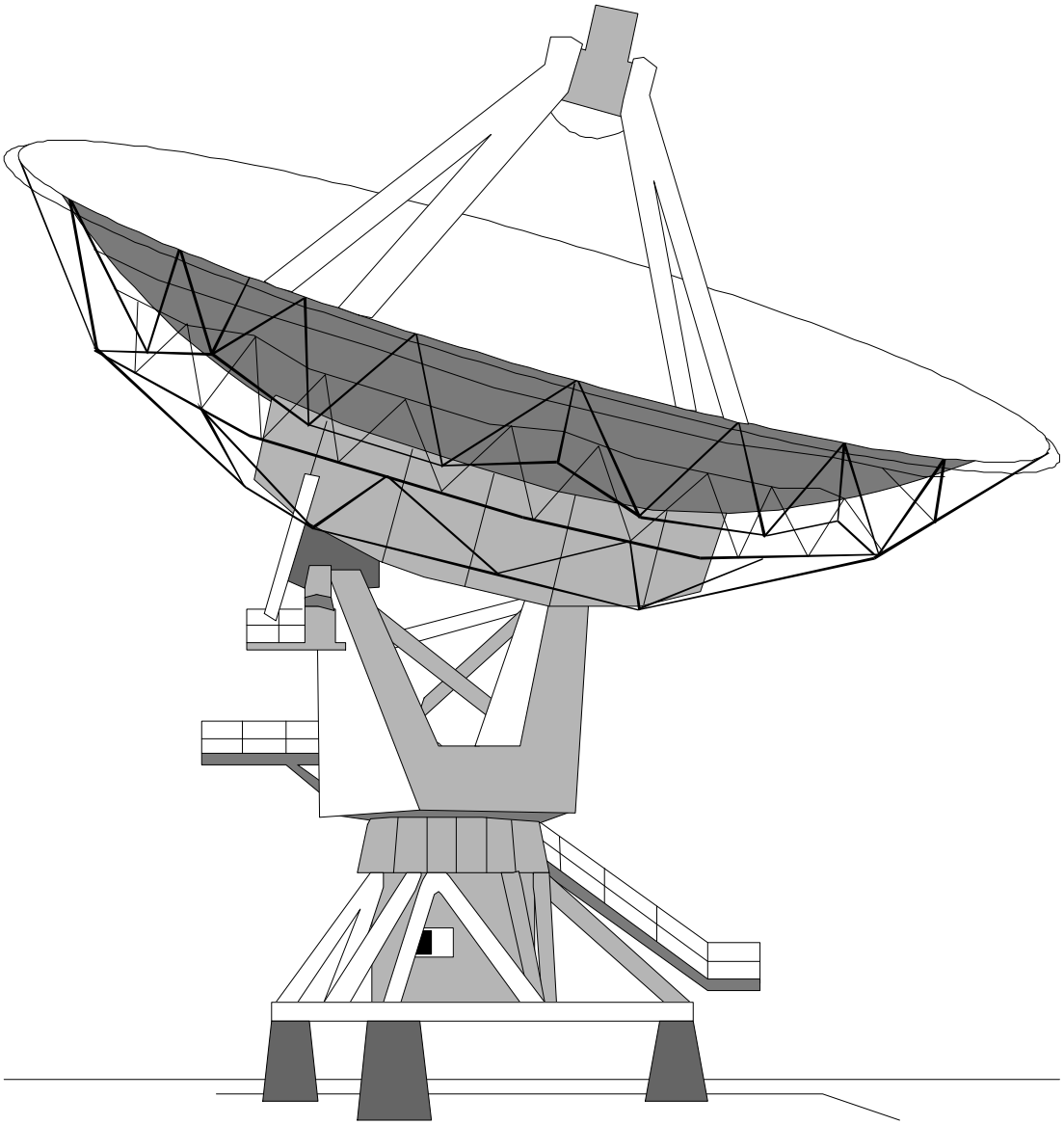


Multiplex PCM 4 Canais
DIDATEC – UTT5

Wander Rodrigues

CEFET – MG 2011

SUMÁRIO

Introdução 5

Regras de Segurança 6

Lição 9A0: Descrição do Cartão de Prática 7

Lição 9A1: Introdução à Multiplexação TDM 14

9A.1 – Noções Teóricas

9A1.1.1 – Noções sobre os padrões: Hierarquia dos sistemas PCM/TDM

9A1.2 – Exercícios

Lição 9A2: Codificação de Linha 31

9A2.1 – Noções teóricas

9A2.1.1 – Codificação *bit* por *bit*

9A2.1.2 – Codificação por blocos

9A2.2 – Exercícios

9A2.2.1 – Codificação *AMI*

9A2.2.2 – Codificação *HDB3*

9A2.2.3 – Codificação *CMI*

Lição 9A3: Formação da Trama do Sinal PCM-TDM 50

9A3.1 – Descrição

9A3.1.1 – *Codec*

9A3.1.2 – Trama PCM-TDM
913.2 – Exercícios
9A3.2.1 – Temporalização do sinal PCM-TDM
9A3.2.2 – Inserção do sinal analógico na trama TDM, Lei A/μ

Lição 9A4: Codificadores e Transmissor de Linha 72

9A4.1 – Descrição
9A4.1.1 – Codificação *AMI*/*HDB3*
9A4.1.2 – Codificação *CMI*
9A4.1.3 – Transmissão de Linha
9A4.2 – Exercícios
9A4.2.1 – Sinais de sincronização
9A4.2.2 – Codificação *AMI*
9A4.2.3 – Codificação *HDB3*
9A4.2.4 – Codificação *CMI*
9A4.2.5 – Considerações sobre os codificadores

Lição 9A5: Simulador de Canal, Equalizador de Linha e *ALBO* 95

9A5.1 – Descrição
9A5.1.1 – Simulação de um canal
9A5.1.2 – Equalizador de Linha e *ALBO*
9A5.1.3 – Interferência de Intersímbolo
9A5.1.4 – Diagrama do olho
9A5.2 – Exercícios
9A5.2.1 – Simulador de canal e *ALBO*
9A5.2.2 – Diagrama do olho

Lição 9A6: Recuperação do *Clock* e dos Dados: Decodificador de Linha 111

9A6.1 – Descrição

9A6.1.1 – Recuperação do *Clock* e dos Dados (*Data & Clock Recovery*)

9A6.1.2 – Decodificador de linha (*CMI*, *AMI*/*HDB3 Decoder*)

9A6.2 – Exercícios

9A6.2.1 – Recuperação do *Clock* e dos Dados

9A6.2.2 – Decodificador dos Dados

Lição 9A7: Sistema de Comunicação para Sinais Analógicos 124

9A7.1 – Descrição

9A7.1.1 – Transmissão de sinais analógicos

9A7.1.2 – Transmissão *Simplex*

9A7.1.3 – Transmissão *Duplex*

9A7.2 – Exercícios

9A7.2.1 – Transmissão *Simplex*

9A7.2.2 – Transmissão utilizando o microfone como fonte

9A7.2.3 – Transmissão *Duplex*

Lição 9A8: Sistema de Comunicação para Sinais Digitais 141

9A8.1 – Descrição

9A8.1.1 – Transmissão de Sinais Digitais

918.2 – Exercícios

9A8.2.1 – Transmissão utilizando como fonte o *TEST PATTERN*

9A8.2.2 – Transmissão utilizando como fonte uma entrada *TTL*

9A8.2.3 – Transmissão utilizando como fonte uma entrada *RS232*

Lição 9A9: Medidas da Taxa de Erro **157**

9A9.1 – Descrição

9A9.1.1 – Medidas da Taxa de Erro

919.2 – Exercícios

9A9.2.1 – Medidas no *Time Slot*

9A9.2.2 – Medidas no *Time Slot* com Comunicação Analógica

9A9.2.3 – Medidas no Canal

9A9.2.4 – Medidas utilizando o *DATA TESTER EXTERIOR*

Lição 9AA: Exercícios com dois Cartões MCM-32 **173**

9AA.1 – Descrição

9AA.1.1 – Transmissão *Duplex* de duas vias

9AA.1.2 – *Loop* na medida da Taxa de Erro

9AA.2 - Exercícios

9AA.2.1 – Transmissão Analógica

9AA.2.1.1 – Transmissão e medidas na *Time Slot*

9AA.2.1.2 – Transmissão e medidas na *Time Slot* utilizando o DATA TESTER

9AA.2.2 – Transmissão Digital e medida no Canal

9AA.2.3 – Comunicação entre computadores pessoais: troca de textos

9AA.2.4 – Comunicação entre computadores pessoais: troca de arquivos

Circuitos **196**

INTRODUÇÃO

Este manual, Tomos 1/2 - Teoria e Exercícios podem ser consultados tanto pelo Professor como pelo Aluno. Seu conteúdo, como se depreende da definição, inclui noções teóricas e exemplos de exercícios divididos em Lições.

A teoria representa uma referência completa para a explicação dos temas estudados, no qual o Professor poderá utilizá-lo como um material completo para desenvolver seu programa didático bem como poderá constituir-se em uma referência para começar um estudo mais profundo.

O manual apresenta ao aluno um texto teórico completo que lhe permitirá um claro entendimento dos temas tratados e um guia para desenvolver os exercícios.

Os exercícios, realizados para permitir uma aproximação prática dos temas estudados, permitirá a análise dos mesmos de maneira pormenorizada e guiará o aluno passo a passo para o completo entendimento de cada função contemplada no Cartão de Prática e em sua realização. Além disso, nas lições estão incluídas em uma série de perguntas que permitirá ao aluno verificar o que aprendeu e, ao mesmo tempo, afiançar os temas e os conceitos fundamentais que serão apresentados.

Agradecemos a todos aqueles que tornaram possível identificar os erros e as críticas no sentido de introduzir melhorias neste produto, assim como aos Professores, Alunos, Assistentes de Laboratório e de forma geral, aos Trabalhadores no mundo didático.

REGRAS DE SEGURANÇA

Mantenha esse manual a mãos para qualquer tipo de ajuda.

Após a embalagem ter sido removida, coloque todos os acessórios em ordem de modo que eles não se percam. Verifique se o equipamento está íntegro e não apresenta danos visíveis.

Antes de conectar a fonte de alimentação de +/- 12 V ao Cartão de Prática, assegurem-se de que os cabos de energia estão adequadamente conectados à fonte de alimentação.

Esse equipamento deve ser empregado apenas para o uso a que foi idealizado, isto é, como um equipamento educacional, e deve ser utilizado sob a supervisão direta de pessoal qualificado. Qualquer outra utilização não adequada é, por essa razão, perigosa.

O fabricante não pode ser responsabilizado por qualquer dano devido a uma utilização inadequada, errada ou excessiva.

Lição 9A0: Descrição do Cartão de Prática

O cartão de Prática UTT5 (FIG. 9A0.1) é um sistema de multiplexação de quatro canais com codificação de linha selecionável entre os tipos *AMI*, *CMI* e *HDB3*.

Está presente neste cartão tanto a seção de transmissão como a de recepção, o que possibilita uma simulação completa de todas as fases do processo que compõem uma transmissão digital.

Permite o estudo de um sistema completo para a transmissão digital de sinais analógicos aplicados aos quatro canais, de várias fontes analógicas e, obviamente, utilizando conversores A/D e D/A especiais, já incorporados ao cartão.

Para um melhor estudo da multiplexação e da codificação, é possível introduzir um sinal digital em vez de um sinal analógico ou de toda a trama, proporcionada por um gerador de sinais de teste (*TEST PATTERN*) ou de uma fonte externa.

O cartão apresenta uma seção que simula uma linha de transmissão (*CHANNEL SIMULATOR*) com a finalidade de realizar uma análise do funcionamento o mais realista possível.

Durante o desenvolvimento das lições apresentam-se explicações mais detalhada de cada assunto.

O cartão de prática está dividido em múltiplos blocos funcionais que constituem nas seguintes seções:

***DATA* – Dados**:

- *TEST PATTERN* – Padrão de Teste, que gera todos os sinais digitais necessários para realizar todas as atividades, com diferentes configurações de 0/1 e em diferentes velocidades de transmissão de *bits*;
- Entrada e saída TTL;
- Entrada e saída RS232/V24, incorporadas em um único conector padrão;
- Desvio, para selecionar o sinal digital a ser introduzido no *Time Slot 1* (TS1) entre o sinal interno (proporcionado pelo *TEST PATTERN*) e um sinal externo (entradas TTL/RS232);
- *DATA INSERTION* – Inserção de dados, que introduz os dados no primeiro *time slot* (TS1);
- *DATA EXTRACTION* – Extração de dados, que extrai os dados e o *clock* do *time slot* (TS1).

***PCM*:**

- Entrada de microfone ou de uma fonte auxiliar;
- Geradores de forma de onda senoidal (*SOURCES*) a 0,5, 1,0, 1,6 e 2,0 kHz com ajuste individual de nível, conectadas diretamente as entradas dos *CODECs*. Estes sinais são gerados internamente por um componente de lógica programável do tipo PLD e posteriormente, filtrado e convertido em sinais senoidais;

- Entrada para alto-falante interno, amplificado com ajuste de volume;

- Quatro *CODECs*, para a conversão dos sinais analógicos em PCM e vice-versa. Cada CODEC é construído por duas seções: uma de transmissão (TX) e uma de recepção (RX) nos quais é possível selecionar o *time slot* desejado, mediante seletores de quatro vias (micro interruptores). Através de um *CODEC* é possível selecionar um *time slot* de transmissão diferente da recepção;

- Multiplex TDM (*Time Division Multiplexing*) ou em português TDM (Multiplexação por Divisão de Tempo), que reúne os quatros sinais PCM mais o sinal de sincronismo;

- Desvio para selecionar o sinal que será enviado à seção *LINE CODING* – Codificação de Linha entre o PCM – TDM e o fluxo de dados de 320 kb/s proporcionado por um gerador interno (*TEST PATTERN*);

- Desvio para escolher qual sinal digital será introduzido no *time slot 1* (TS1) entre aquele proporcionado pelo *CODEC 1* (de origem analógica) e aquele proporcionado pela seção *DATA* (gerada pelo *TEST PATTERN*) ou um outro inserido externamente;

- *FRAME SYNC GENERATOR* – Gerador de Sincronismo de Quadro, que gera a sequência de sincronismo utilizada pelo primeiro *time slot* para a construção do quadro final;

- *FRAME SYNC DETECTOR* – Detector de Sincronismo de Quadro para a detecção da sequência de sincronismo requerido para uma correta demultiplexação na recepção;

- Visualizador de Quadro ou Trama (*FRAME*), constituído por cinco *LEDs* que indicam, com base no acionamento e pela cor dos mesmos, o tipo de sinais que constitui o quadro (analógico/digital)

LINE CODING – Codificação de Linha

- Codificador de linha *CMI*;

- Codificador de linha selecionável *AMI*/*HDB3*;

- Desvio para selecionar o fluxo de dados com codificação de linha *AMI*/*HDB3* ou *CMI*;

- Decodificador de linha *CMI*;

- Decodificador de linha selecionável *AMI*/*DB3*;

- Desvio para selecionar o fluxo de dados em função da decodificação de linha *AMI*/*HDB3* ou *CMI*.

LINE INTERFACE – Interface de Linha:

- *BIPOLAR LINE DRIVER* – *Driver* de Linha Bipolar, útil para uma interface correta com a linha de transmissão;

- *CHANNEL SIMULATOR* – Simulador de Linha, que simula o canal e permite:

  1. Uma atenuação regulável em modo contínuo (*ATTENUATOR* - Atenuador);

2. Um efeito de limitação na faixa ou banda passante (*FILTER* – Filtro) selecionável mediante um *jumper* entre 80, 160 e 320 kHz;

3. A introdução de ruído com intensidade ajustável (*NOISE GENERATOR* – Gerador de Ruído).

- *LINE EQUALIZER & ALBO* – Equalizador de Linha & *ALBO*, que compensa no modo fixo (equalizar) e dinâmico (*ALBO*) o efeito da linha;

- *DATA & CLOCK RECOVERY* – Dados e Recuperação do *Clock*, que:

1. Regenera o *clock* de transmissão para uma demultiplexação correta na recepção (*CLOCK RECOVERY*);

2. Extrai o sinal PCM com codificação de linha na linha de entrada (*DATA RECOVERY*).

***ERROR COUNTER* – Contador de erros:**

- *Displey* de *LED* com 3 dígitos que visualiza a quantidade de erros detectados no sinal PCM na recepção depois da decodificação de linha;

- Desvio *Read*/*Stop* (Leitura/Parada), para iniciar e parar a medida ou a contagem de erros;

- Botão Pulsador *Reset*, para zerar todo o display.

***TIMING* - Sincronismo:**

- Todos os sinais utilizados no Cartão de Prática para a sincronização e temporização das partes funcionais (*hardware*) são fornecidos por um componente programável, internamente, do tipo PLD e estão disponíveis nesta seção.

O Cartão de Prática será alimentado com uma tensão de alimentação em corrente contínua de ± 12 V, através do **conector B** ou através dos bornes correspondentes (FIG. 9A0.1).

O **conector A** será conectado a Unidade de Inserção de Falhas e de Controle mod. FIP (veja Manual de Serviço, Tomo 2/2).

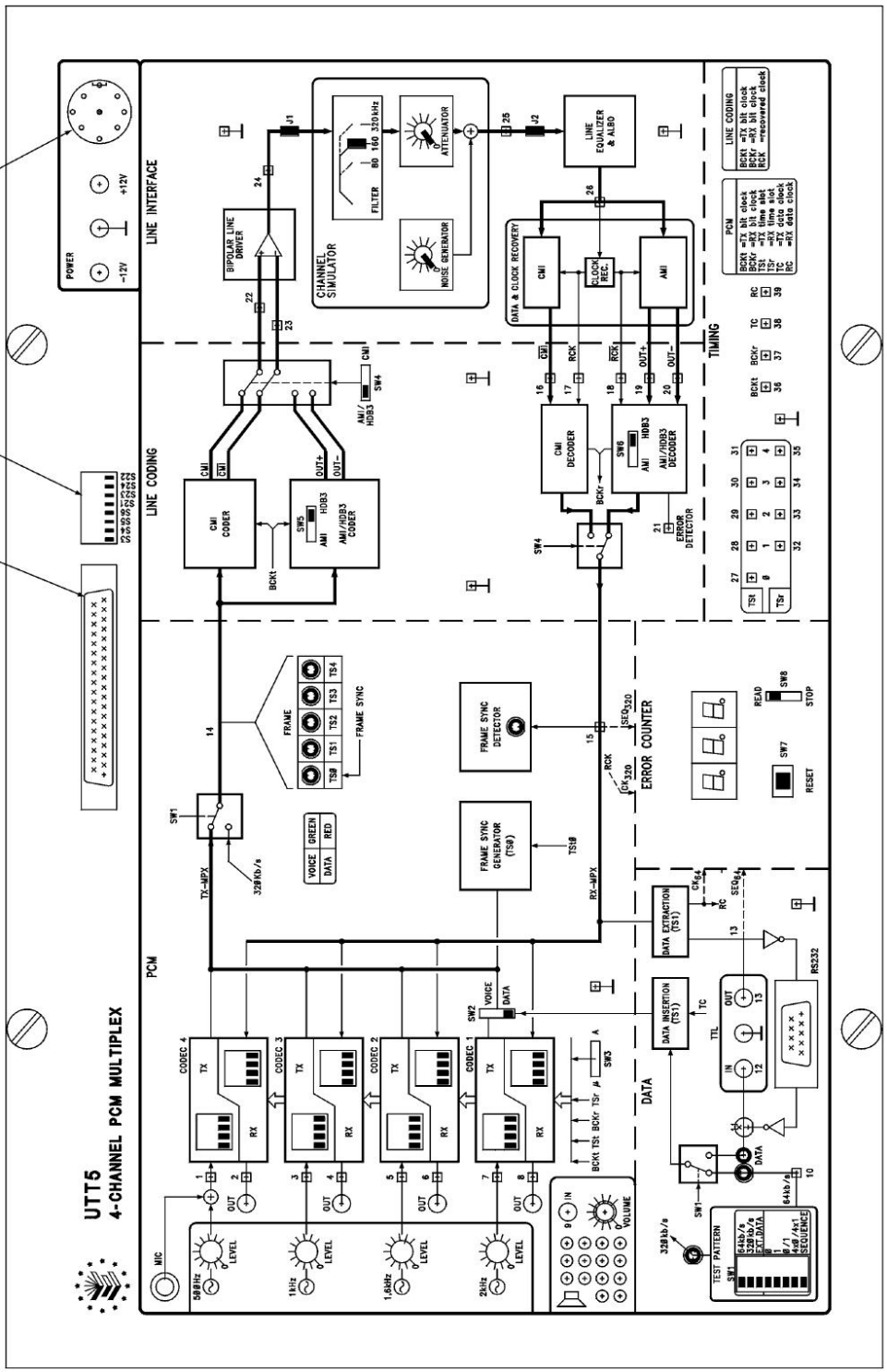


FIG. 9A0.1 – Diagrama de blocos do Cartão de Prática UTT 5.

Lição 9A1: Introdução à Multiplexação TDM

Objetivos:

- Introduzir os conceitos gerais da modulação PCM (*Pulse Code Modulation* – Modulação por Codificação de Pulso) e a multiplexação TDM (*Time Division Multiplexing* – Multiplexação por Divisão de Tempo).

Equipamento Necessário:

- Unidade base para o sistema MSU (mod. EP4 fonte de energia, cartão proprietário, mod. FIP – Unidade de controle e de inserção de defeitos);
- UTT5 – Cartão de prática;
- Osciloscópio.

9A1.1 – Introdução Teórica

A técnica de multiplexação foi criada pela exigência de transferir informações procedentes de fontes diferentes mediante uma única linha de transmissão. Esta característica permite uma maior eficiência do sistema de comunicação; de fato, todos os sistemas de comunicação avançados utilizam-se dos multiplexadores.

Os mais conhecidos são a Multiplexação FDM (*Frequency Division Multiplexing* – Multiplexação por Divisão de Frequência) para sinais analógicos e a Multiplexação TDM (*Time Division Multiplexing* – Multiplexação por Divisão de Tempo) para sinais digitais.

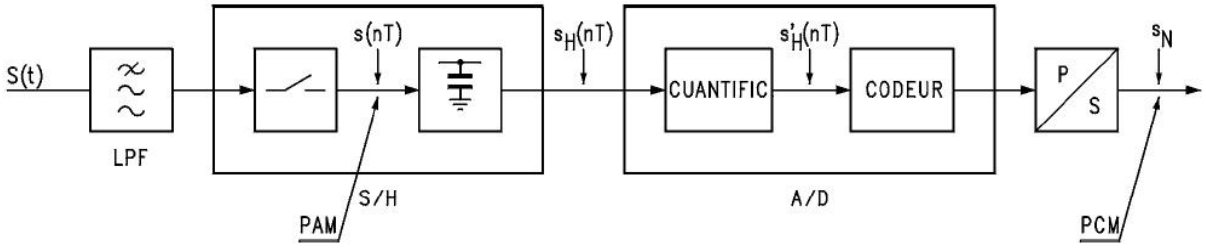


Figura 9A1.1 – Transformação analógica – digital de um sinal s(t).

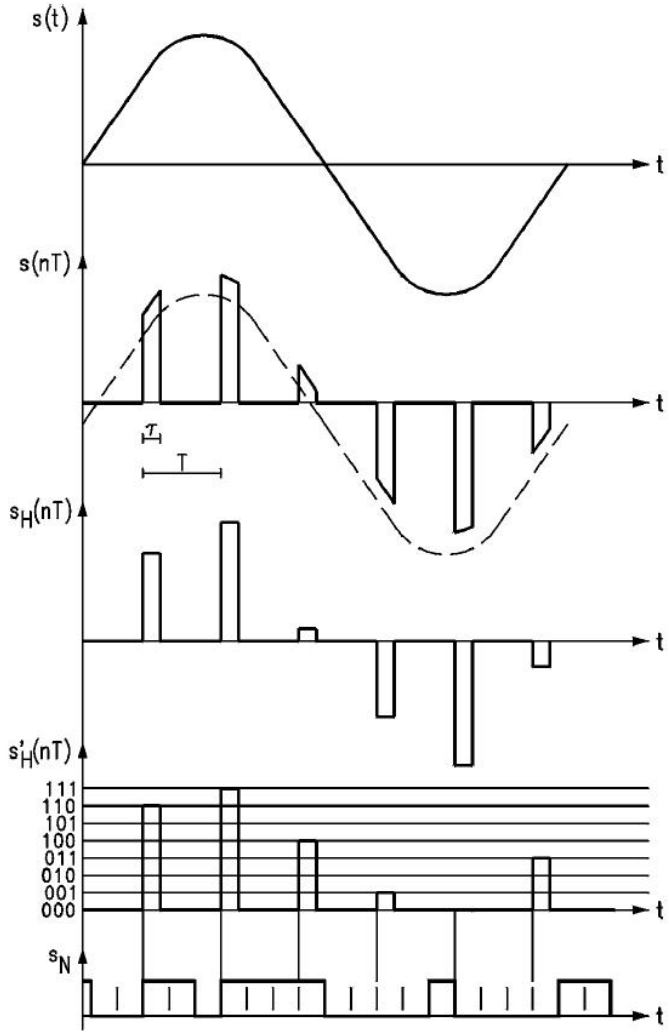


Figura 9A1.2 – s(t) sinal analógico; s(nT) sinal amostrado; $s_H(nT)$ sinal obtido; $s'_H(nT)$ sinal quantificado; s_N sinal digital (codificação a 3 bits).

Será analisado como se forma um sinal TDM a partir de sinais analógicos, passando pelas modulações PAM e PCM. O diagrama funcional utilizado para transformar o sinal analógico em uma série numérica – sinal digital - está representado na FIG. 9A1.1, enquanto que a FIG. 9A1.2 apresenta as formas de ondas com as variações sofridas pelo sinal em diferentes fases.

O sinal analógico s(t) primeiro passa através de uma etapa anti-aliasing (filtro passa-baixa) que elimina aqueles sinais que poderiam prejudicar os processos seguintes do sinal principal, em seguida, ele passa por um circuito de amostragem e retenção (*Sample & Hold*). O circuito de amostragem (*Sample*) permite apenas a passagem da parte mais larga τ do sinal s(t), com um período T (período da amostra), ou seja, s(nT). A seção de retenção (*Hold*) conforma o pulso obtido do sinal $s_H(nT)$.

A etapa seguinte é um conversor A/D, constituído por um quantificador e um codificador. Com a quantificação atribui-se uma amplitude efetiva à amostra de entrada; o valor do nível mais próximo entre os valores permitidos pela codificação realizada na etapa posterior. Quando se tem uma codificação de n bits estarão disponíveis 2^n níveis. No exemplo apresentado na figura supõe-se uma codificação de 3 bits e, por conseguinte, tem-se 8 níveis.

O codificador associará a cada amostra quantificada uma sequência de bits (0 e 1) que será convertida no formato serial por um conversor paralelo/série que constituirá no sinal dogotal s_N de saída.

PAM

O sinal s(nT) presente na saída do circuito de amostragem pode ser visto como o resultado de uma modulação em amplitude tendo como portadora um trem de pulso; o sinal modulante s(t) modula a amplitude de uma portadora trem de pul-

so (de duração τ): denomina-se então de Modulação de Pulso em Amplitude (PAM – *Pulse Amplitude Modulation*).

PCM

Analogamente, o sinal digital s_N será considerado como o resultado de uma modulação codificada, no momento em que a portadora trem de pulso é "modulado" por um sinal codificado: denomina-se então de *Pulse Code Modulation* - Modulação por Codificação de Pulso. A maior complexidade dos circuitos para obter-se o sinal PCM codificado em relação à modulação PAM se contrapõe a uma maior imunidade ao ruído e as interferências presentes ou que serão introduzidas pela linha de transmissão; por conseguinte, uma reconstrução segura do sinal original no processo de recepção.

TDM

Uma vez que a amostra de um sinal ocupa apenas determinada intervalos de tempo, os intervalos livres podem ser utilizados para a transmissão de amostras provenientes de outros sinais; por conseguinte, é possível transmitir em uma única linha de transmissão as informações provenientes de um certo número de fontes de sinais diferentes. Desta forma, realiza-se a multiplexação TDM de sinais PAM (FIG. 9A1.3).

O conjunto formado pelos pulsos de sincronismo necessários para a correta reconstrução na recepção dos sinais transmitidos mais os sinais PAM constituem a Trama, Quadro ou *Frame*. Historicamente o PAM-TDM foi à primeira técnica de multiplexação e era construído utilizando-se meios mecânicos. Visto que a multiplexação aplica-se a sinais analógicos, mantem-se suas características, é de se

esperar uma pobre imunidade em relação às interferências; por esta razão vem sendo substituído pelo PCM-TDM.

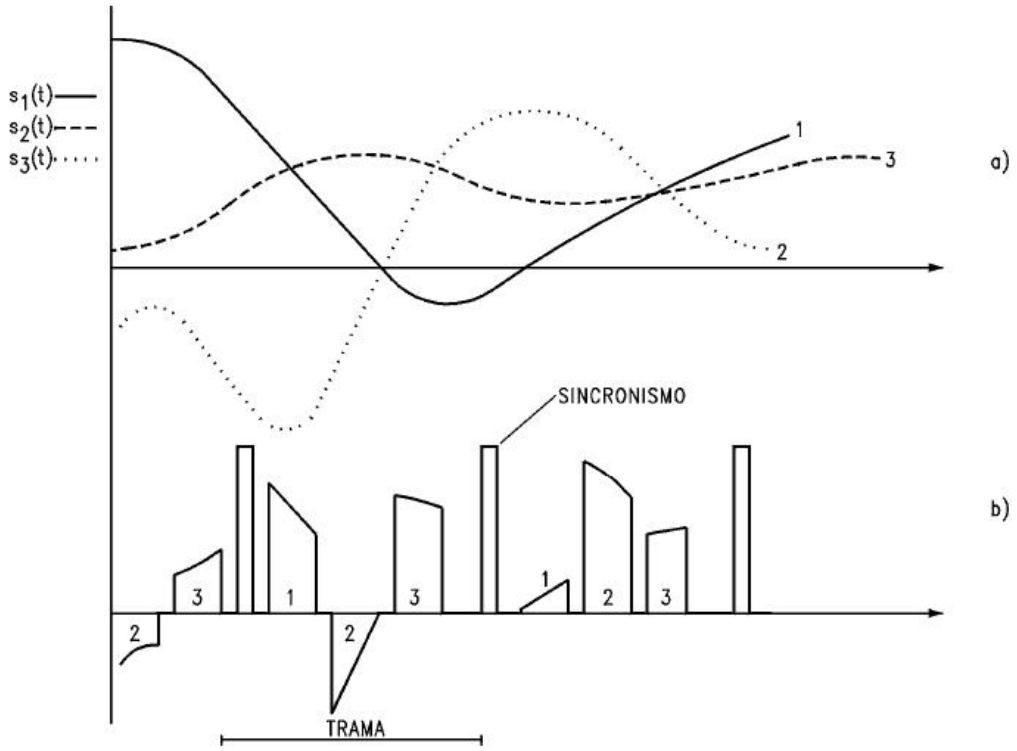


Figura 9A1.3 – PAM – TDM: a) sinais analógicos b) TDM de sinais PAM.

Esta técnica trabalha com sinais numéricos, por conseguinte tem uma menor possibilidade de modificar o sinal processado e, além disso, produz um sinal de saída, sempre numérica, por conseguinte, robusta.

A cada amostra dos sinais se associa um byte composto por um determinado número de bits que dependerá da precisão requerida pelo sistema (tipicamente, 8 bits constituem um byte).

A trama ou quadro é o conjunto de bits que contém pelo menos a informação de uma amostra para cada um dos N sinais mais uma série de dados necessários

para a separação da trama ou do quadro na recepção. Estes dados se introduzem em uma palavra de separação da trama ou quadro (*FAW: Frame Alignment Word* – Palavra de Enfileiramento de Quadro) que constitui o sinal de sincronismo para o receptor.

O *time slot* (Ts) é a unidade temporal mínima destinada ao dado para descrever sua amostra dentro da trama ou quadro; por conseguinte, o tempo da trama deverá ser igual ou inferior a duração de um byte. Desta forma, quanto maior for o número de canais a serem transmitidos, menor será o Ts à disposição de cada canal.

O PCM – TDM pode ser otido de dois modos: utilizando o entrelaçamento de *bits* (*bit interleaving*) ou o entrelaçamento de *bytes* (*byte interleaving*) (FIG. 9A1.4).

Com o **entrelaçamento de *bit***, o multiplex apresentará uma sucessão de *bits* na mesma posição para cada *byte*, do que se conclui que se deve ter uma velocidade consideravelmente maior do que a dos próprios *bits*.

Com o **entrelaçamento de *byte*** evita-se a situação anterior, o que torna-se necessário utilizar um *buffer* para cada canal que vai memorizar o byte e descarrega-lo, totalmente, e uma velocidade superior. Desta forma, o multiplex deve deixar passar um *byte* por vez e, por conseguinte, tem que trabalhar em uma velocidade inferior à condição anterior. O Cartão de Prática UTT5 utiliza um entrelaçamento de byte.

Teorema da Amostragem

O teorema da amostragem demonstra que um sinal analógico s(t) pode ser convertido em uma série de pulso, obtidos a partir dos valores instantâneos de tensão, em intervalos constantes, equivalentes ao período da amostra (ou da trama) $T = 1/(2 f_M)$, sendo f_M a maior freqüência do sinal s(t).

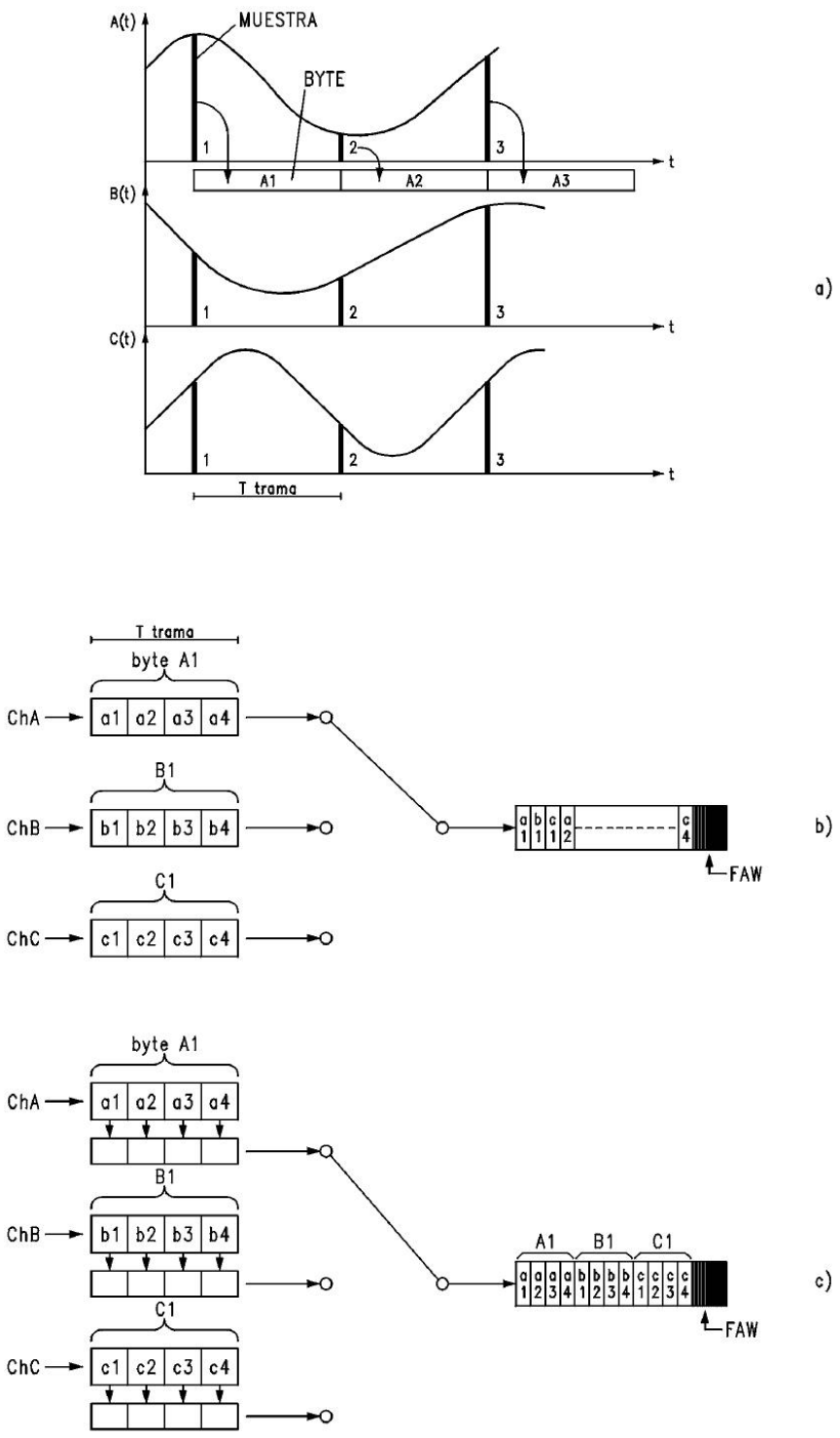


Figura 9A1.4 – PCM – TDM: a) sinais analógicos;b) TDM com entrelaçamento de *bit*; c) TDM com entrelaçamento de *byte*.

Supondo que se utilize uma codificação PCM de *m* bits, para a transmissão de um TDM de *N* sinais telefônicos, onde a sequência de sincronismo ocupa um espaço equivalente a *s* canais PCM, obtêm-se as seguintes relações:

$f_M = 4\,kHz$ Freqüência máxima do canal telefônico (banda bruta ou total)

$T = \frac{1}{2\,x\,f_M} = 125\mu s$

Intervalo de amostragem (duração da trama)

$Ts = \frac{T}{N+s}$

Intervalo de tempo destinado a cada canal (*Time Slot*)

$Fc = \frac{m}{T}$

Velocidade do bit no canal PCM

$Fb = \frac{1}{T_b}$

Velocidade do bit do fluxo PCM-TDM

No Cartão de Prática UTT5 (N=4; m=8; s=1) onde se tem os seguintes valores:

Ts = 25 µ

Tb = 3,125 µs

Fc = 64 kbit/s

Fb = 320 kbit/s

9A1.1.1 – Noções sobre padrões: Hierarquia dos sistemas PCM / TDM

Igualmente no caso analógico, também na multiplexação por divisão de tempo considera a construção de estruturas hierárquicas cujo níveis se constroem me-

diante a combinação de um certo número de sinais de nível inferior a partir de uma sinalização básica (o nível 1 também é denominado de PRIMÁRIO)

As tabelas 9A1.1 e 9A1.2 apresentam as hierarquias para os multiplexadores por divisão de tempo segundo o padrão ITU-T (Europa, CCITT) e Bell (América do Norte e Japão).

Número do Nível	Número de circuitos de voz	Velocidade de Bit Mbits/s
1	30	2,048
2	120	8,448
3	480	43,368
4	1920	139,264
5	7680	565,148

Tabela 9A1.1 – Hierarquia DM ITU-T

Número do Nível	Número de circuitos de voz	Velocidade de Bit Mbits/s
T1	24	1,544
T2	96	6,312
T3	672	44,736
T4	4032	274,176
T5	8064	560,160

Tabela 9A1.2 – Hierarquia TDM BELL

A composição da trama no sistema primário se eleva de acordo com as seguintes regras:

Sistema ITU-T PCM/30-CEPT

A trama consiste de 32 intervalos de tempo (*Time Slot*), dos quais 30 estão reservados para os canais telefônicos.

O primeiro *time slot* (TS0) de cada trama contem a configuração de sincronismo da trama, enquanto que o décimo sétimo *time slot* (TS16) está reservado para a sinalização de serviço. As tramas resultantes estão organizadas em grupos de 16 unidades, denominadas multitramas (FIG. 9A1.5).

A velocidade de bit do fluxo PCM/TDM é de 2,048 Mbit/s.

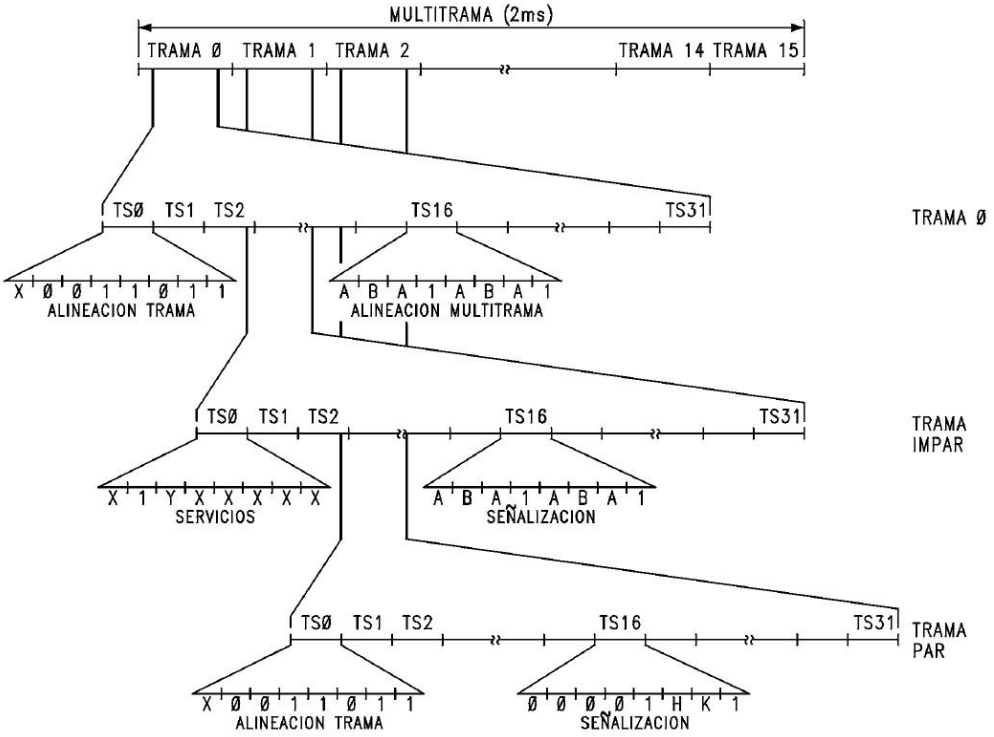


Figura 9A1.5 – Estrutura da Trama e da Multitrama no sistema PCM/30-CEPT.

Sistema BELL (T1)

A trama consiste de 24 intervalos de tempo (*Time Slot*) reservados as outras amostras de fonia de 8 bits, mais um bit (S BIT) inicial de sincronização (FIG. 9A1.6)

A multitrama consiste de 12 tramas.

A velocidade de bit de fluxo PCM/TDM é de 1,544 Mbit/s.

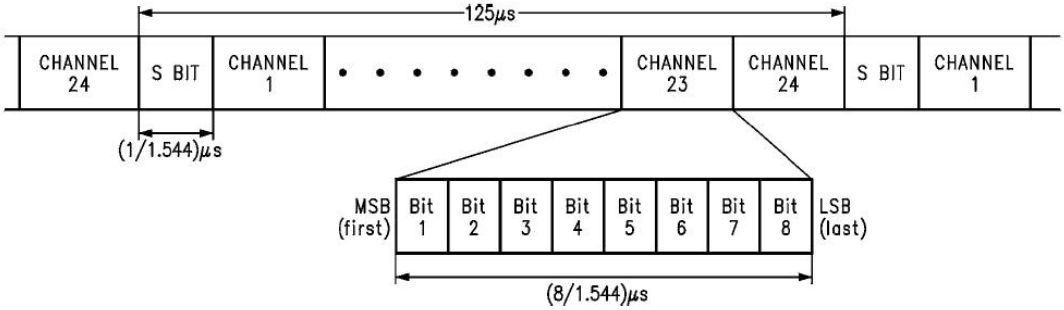


Figura 9A1.6 – Estrutura da Trama no sistema T1.

9A1.2 – Exercícios

UTT5 – Desconecte todos os *jumpers* e colocar as chaves *dip-swich* na posição *OFF*

FIP – Entre com o código da lição: 971.

Responda as questões Q que se encontram no desenvolvimento dos exercícios

- Antes de executar cada exercício, faça as conexões necessárias para alimentar o Cartão de Prática (+12V, -12V e terra) e, em seguida, energize o Cartão de Prática;

- Ajuste o CODEC 3 para funcionar utilizando o *time slot* 3 e que o sinal PCM correspondente a fonte de sinal de 1 kHz seja inserida no terceiro *time slot* da trama MPX. Para isso, selecione a chave *dip-switch* correspondente no CODEC 3, tal como indicado a seguir:

CODEC	SEÇÃO	DIP-SW	SELEÇÃO
3	TX	3	ON

- Por meio do visualizador de trama, verifica-se que serão iluminados: o *LED* verde (fonte analógica "*Voice*" – "Voz") correspondendo à posição TS3 e o *LED* vermelho (presença do sinal de sincronismo em TS0);

- Ajustar os potenciômetros *LEVEL* (Nível) e *VOLUME* para a posição de mínimo;

- Observar utilizando o osciloscópio as formas de ondas nos pontos TP3 (entrada de sinal analógico) e TP14 (saída do sinal TDM). Utilize como fonte de sincronismo o sinal no ponto TP27 (TST0);

- Observar que o aumento no nível do sinal de entrada, atuando sobre o potenciômetro LEVEL (1kH), introduz no *time slot* 3 o sinal convertido PCM;

- Ajustar o CODEC 3 para operar nos demais *time slot* (1, 2 e 4), variando a sequência de ajuste nas chaves *dip-switch* correspondentes alternadamente, não esquecendo de retornar a chave *dip-switch* anterior para a posição OFF;

CODEC	SEÇÃO	DIP-SW	SELEÇÃO
3	TX	1	ON
3	TX	2	ON
3	TX	4	ON

- Mantendo o ajuste do osciloscópio, observar que inserindo a sequência do sinal PCM nos *time slot* 1, 2 e 4 os *LED*s verdes (fonte analógica "*Voice*" – "Voz") serão iluminados na posição correspondente no visualizador de trama.

Q1 – Porque um dado numérico, inserido em um *time slot* da trama TDM, não se apresenta como uma sequência de dados constantes, pelo contrário, ele varia continuamente?

Grupo
A B

1 4 O osciloscópio não consegue sincronizar o sinal visto que sua amplitude é muito pequena;

2 3 O sinal de entrada se processa segundo uma lei que muda continuamente o sinal de saída numérico mesmo que o sinal de entrada não varia;

3 2 O sinal de entrada é amostrado em instantes nos quais a amplitude não é constante logo varia continuamente;

4 1 O sinal PCM passa por uma codificação de linha antes de sua inserção na trama TDM.

Q2 – As técnicas de multiplexação são utilizadas para:

Grupo A	B	
1	3	Recuperar corretamente os dados transmitidos;
2	4	Amostrar um determinado número de sinais diferentes ao mesmo tempo, com uma periodicidade pré-definida;
3	5	Ocupar a mesma faixa de freqüência das fontes de sinais;
4	1	Transferir, simultaneamente, várias fontes em um único canal de transmissão;
5	2	Transferir sinais de velocidades muito elevadas.

Q3 – Na multiplexação por divisão de tempo (TDM):

Grupo A	B	
1	4	Diferentes intervalos de freqüência são destinados a sinais diferentes;
2	3	O mesmo intervalo de tempo é utilizado por sinais diferetes;
3	2	Sinais diferentes se multiplicam entre si;
4	1	Diferentes intervalos de tempo são destinados a sinais distintos.

Q4 – O que é o entrelaçamento de *byte*?

Grupo A	B	
1	2	Uma técnica TDM que permite, para sinais diferentes, a transmissão em série de *bits* em modo alternado;
2	4	Uma técnica TDM que permite, com relação ao *entrelaçamento de bit*, a utilização de multiplexadores de baixa velocidade;
3	1	Um tipo de conversor A/D que interpola os *bits* para reduzir o erro de quantização;
4	1	Uma técnica utilizada na recepção para reconstruir corretamente o sinal transmitido.

Q5 – Quais das seguintes afirmativas sobre a quantização são verdadeiras?

Grupo A	B	
1	2	É uma operação realizada pelo circuito de retenção (*Hold*);
2	4	É uma operação realizada no interior do conversor A/D;
3	1	É uma operação de medida, necessária para conhecer o valor exato da amplitude do sinal;
4	3	É uma operação na qual se designa uma amplitude para a amostra cujo valor é o mais próximo que o codificador pode reconhecer.

Q6 – É preciso converter um sinal PCM em um sinal telefônico cujo espectro de freqüência varia de 0,3 a 3,4 kHz. Qual é o valor da freqüência de amostragem para satisfazer ao Teorema da Amostragem?

Grupo A	B	
1	5	Superior a 600 Hz;
2	3	Superior a duas vezes o espectro do sinal ou seja, 2(3,4-0,3)=6,2 kHz;
2	4	3,4 + 0,3 = 3,7 kHz;
4	1	Superior a 3,4 kHz;
5	2	Superior a 6,8 kHz.

Q7 – As seguintes afirmativas referem-se a um PCM-TDM. Qual delas é verdadeira?

Grupo A	B	
1	2	O sinal de saída do multiplexador é igual ao obtido com um PAM-TDM, porem a amplitude é limitado entre zero um valor fixo; Este permite a transmissão em meios com sinais digitais, o que não é possível com um PAM-TDM;
2	1	É uma técnica de multiplexação mais imune contra as interferências com relação ao PAM-TDM, visto que se transmitem sinais digitais e não analógicos

3 5 É mais utilizada do que o PAM-TDM: contando que, para esta última, é preciso dispor de comutadores de alta velocidade para realizar a multiplexação; com o PCM-TDM a multiplexação ocorre diretamente com os conversores de canal A/D, o que não necessita utilizar um multiplexador, e muito menos de alta velocidade;

4 3 Obtém-se mediante as seguintes operações: primeiro se faz a multiplexação entre as fontes das entradas analógicas e, por último, amostra-se o sinal obtido com a operação anterior, obtendo-se o sinal digital desejado.

Lição 9A2: Codificação de Linha

Objetivos:

- Descrever o funcionamento dos codificadores de linha AMI, HDB3 e CMI utilizando diversas sequências de dados;

Equipamento Necessário:

- Unidade base para o sistema MSU (mod. EP4 fonte de energia, cartão proprietário, mod. FIP – Unidade de controle e de inserção de defeitos);
- UTT5 – Cartão de prática;
- Osciloscópio.

971.1 – Introdução Teórica

Os sinais digitais, normalmente do tipo binário, constituído por uma série de 0 e 1, podem ser codificados do ponto de vista elétrico em *unipolar* ou *bipolar*.

Por exemplo:

Unipolar

Unipolar (ou desequilibrada) quando se toma os níveis elétricos 5V/0V correspondentes aos níveis lógicos 1/0.

Bipolar

Bipolar (ou equilibrada) quando se toma os níveis elétricos 2V/-2V correspondentes aos níveis lógicos 1/0.

Por sorte, o valor médio dos sinais elétricos, para ambas as codificações, nunca serão nulo, visto que quanto mais larga for a sequência de *bits*, jamais será totalmente casual, por conseguinte, de valor médio nulo.

NRZ

Estas duas codificações se denominam NRZ (*No Return to Zero* – Não Retorna a Zero), visto que o nível do sinal permanece em um valor preestabelecido durante toda a duração do *bit* ou período de temporalização (FIG. 9A2.1).

A maior parte do espectro destes sinais se concentra entre o zero (componente contínua) e a metade da *velocidade de transmissão* F_b (FIG. 9A2.2).

Por exemplo, para um fluxo de 2,048 M*bit*/s, a maior energia espectral do sinal será distribuída em 0 e 1,024 MHz.

Esta codificação, praticamente, é utilizada em qualquer parte onde exista a necessidade de gerar ou interpretar sinais digitais: codificadores PCM para a telefonia ou equipamentos para a informática (computadores, impressoras, terminais de vídeo, modem, ...) operando com dados NRZ.

Estas simples codificações apresentam muitas desvantagens:

- Efeito Joule, devido a presença de uma componente contínua, ocorre, particularmente, em distâncias maiores;
- Dificuldade na transmissão na linha, pelo desacoplamento existente em, praticamente, todos os circuitos eletrônicos;

- Dificuldade na recuperação do *clock* (relógio) na recepção, sobretudo quando o sinal digital apresenta uma série grande de 0 ou de 1, pela falta de transições.

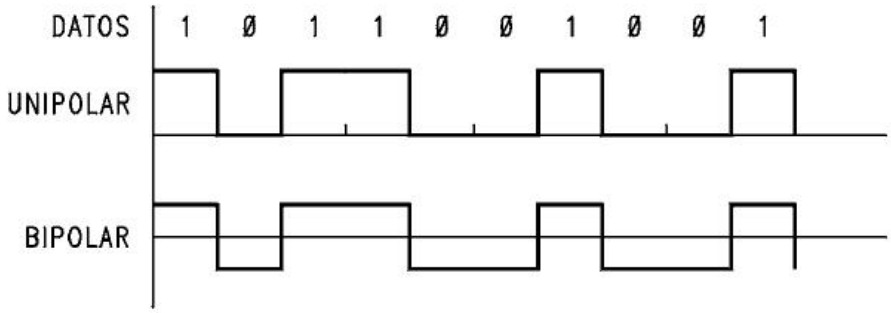


Figura 9A2.1 – Sinal NRZ.

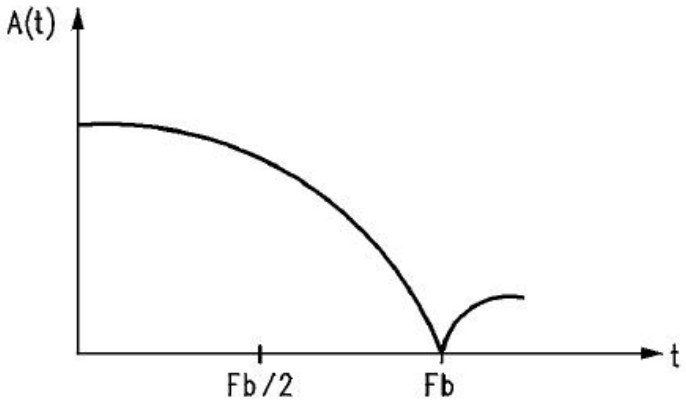


Figura 9A2.2 – Espectro do sinal NRZ.

RZ

Muitas vezes se utiliza as codificações RZ (*Return to Zero* – Retorna a Zero), onde a diferença em relação ao NRZ é que o *bit* regressa a zero depois de alcançar o nível lógico preestabelecido para a metade do período.

Esta codificação apresenta vantagens e desvantagens:

- Anula a componente contínua se for utilizado com codificadores bipolar;
- Aumenta o número de transições e, por conseguinte, as componentes espectrais úteis para recuperar o sincronismo;
- Necessita de uma banda mais larga para o canal de transmissão.

Codificação de Linha

Pelas razões anteriores é preciso utilizar uma *codificação de linha* adequada, capaz de adaptar os sinais digitais binários as características físicas do canal.

Ele é necessário não apenas para a transmissão em banda base, onde não existe qualquer modulação, mas também nos sistemas em banda passante, porque em todos os dois casos é preciso adaptar o sinal digital a uma exigência particular do canal, se este canal é, por exemplo, uma fibra óptica, um sistema de radio enlace ou uma rede telefônica analógica.

Concluindo, um código de linha tem que garantir as seguintes características:

- Ausência de componente contínua no espectro, para evitar a utilização de transformadores ou acoplamentos capacitivos que além de bloquear a componente contínua filtram as componentes de baixa freqüência;
- Banda de transmissão compatível com o canal; de fato, pode ocorrer que um transmissor binário apresente uma velocidade superior a banda do canal, porém, graças a utilização de uma codificação multinível, pode-se realizar a transmissão nesse canal;
- Recuperação da temporização no receptor, obtida com a inserção de um determinado número de transições de níveis;

- Eficiência: as informações incorporadas aos dados não devem alterar de forma excessiva a *velocidade de transmissão*;

Nesse Cartão de Prática, o sinal de saída dos CODECs é do tipo NRZ; por conseguinte, antes da transmissão na linha observará uma codificação adequada.

Continuando, descrevem-se algumas codificações, entre elas as mais conhecidas, que se pode dividir na seguinte classificação:

- Codificação *bit* por *bit*: Manchester, CMI e AMI;
- Codificação por blocos: BmZS, HDBm;

9A2.1.1 – Codificação *Bit* por *bit*

Conforme sua própria definição, esta codificação analisa e eventualmente substitui cada *bit* individualmente.

Manchester

É um código binário onde cada *bit* de informação está codificado por um símbolo composto por dois *bits*.

Como apresentado na FIG. 9A2.3, este código não pode introduzir nenhuma componente contínua visto que cada símbolo não a contém, por ser um período completo da onda quadrada; além disso, a quantidade elevada de transições favorece a recuperação da sincronização na recepção.

Através da FIG 9A2.4 que compara o espectro do código Manchester com o fluxo de dados NRZ, constata-se a necessidade de aumentar a banda necessária para a transmissão: se no sinal NRZ o primeiro zero se encontra em F_b, agora ele é observado em $2F_b$.

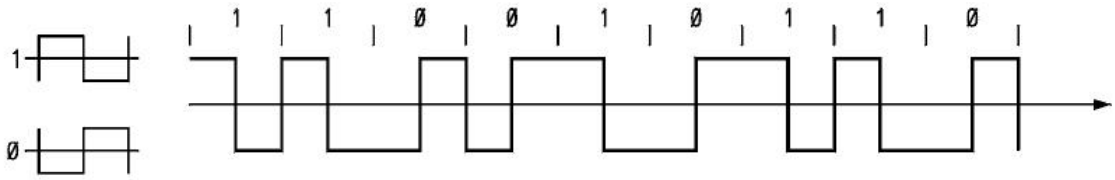


Figura 9A2.3 – Sinal Manchester.

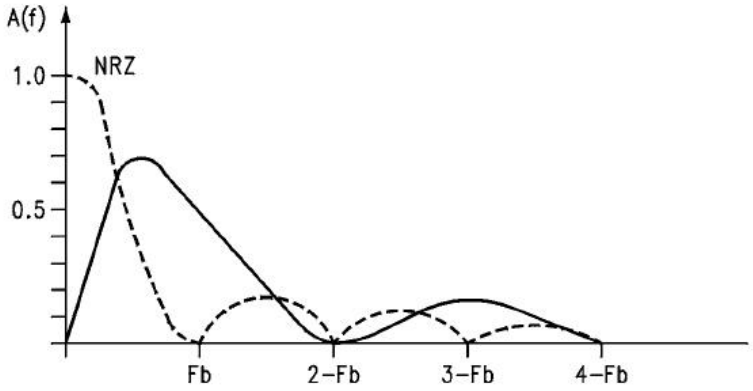


Figura 9A2.4 – Espectro do sinal Manchester.

CMI

O código CMI (*Coded Mark Inversion* – Inversão de Marca Codificada) é um código *bipolar* (FIG. 9A2.5), na qual as sequências binárias estão representadas por dois níveis (+V, -V), porém com três símbolos diferentes.

Ao "0" se associa um período da onda quadrada de freqüência equivalente à velocidade de transmissão; ou seja, para o período do *bit* substitui o "0" por uma alternância de 0/1, por conseguinte, com valor médio nulo, mas que contém a informação de temporização. Por outro lado, todos os "1" se associa o nível oposto ao do *bit* "1" anterior NRZ, de forma a obter um valor médio nulo.

A característica do "0" transmitido aumenta a banda necessária para a transmissão, o que é possível nos casos onde a distância de transmissão é pequena. São utilizados em multiplexadores ITU-T de nível 4 e 5.

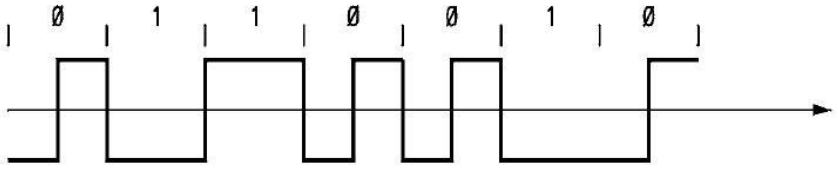


Figura 9A2.5 – Sinal CMI.

AMI

O código AMI (*Alternate Mark Inversions* – Inversão de Marca Alternada) é um código *pseudo-ternário* porque se constrói utilizando três níveis de tensão (0, +V, -V) (FIG. 9A2.6). Difere do CMI porque todo "0" se associa um nível de tensão nulo. A vantagem em relação ao anterior é que se mantém a banda original inicial à codificação; além disso, a alternância de níveis positivo e negativo correspondente a sucessão dos valores "1" binário, garantem a anulação da componente contínua do fluxo de saída.

Deste modo, intrinsecamente à codificação, ela contém um código para a detecção de erros: a sucessão de dois níveis positivos ou negativos, correspondentes a um "1" binário, indicará a presença de um erro na transmissão. Esta condição se define como *violação bipolar*.

O "1" binário pode codificar-se como um nível constante por todo o intervalo de duração do *bit* (AMI-NRZ) ou pela metade do mesmo (AMI-RZ).

A FIG. 9A2.7 indica a característica espectral do sinal AMI ao variar p que é a probabilidade de se ter um dado "1". É evidente que ao aumentar a presença de "1" no fluxo numérico tem-se uma maior probabilidade de recuperar a temporalização, pela maior presença de componentes espectrais próximas à velocidade de transmissão F_b.

O defeito desta codificação consiste na possibilidade de perda da temporalização, no caso da recepção de uma grande sequência de "0". Se utiliza no sistema BELL (T1).

9A2.1.2 – Codificação por Blocos

As principais técnicas nas quais empregam este tipo de codificação são as seguintes:

- Para a *inserção* de alguns *bits* de controle no fim de um bloco de *bits* de informação (por exemplo, mB1C);

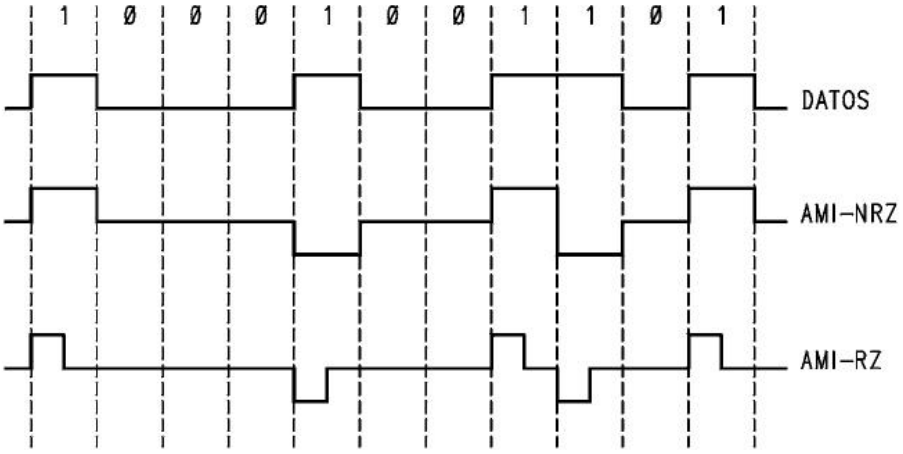


Figura 9A2.6 – Sinal AMI.

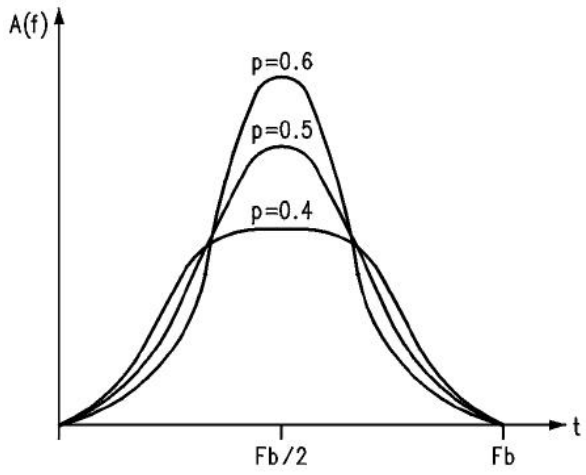


Figura 9A2.7 – Espectro do sinal AMI.

- Para a *substituição* de blocos de *bits* de informação por outros blocos redundantes, por exemplo, nos códigos;
  - *Binários* (mBnB);
  - *Pseudo ternários alfabéticos* (mBnT);
  - *Pseudo ternários não alfabéticos* (BmZS, HDBm e CHDBm);
  - *Multinível* (mBnQ).

BmZS

Verifica-se que a maior limitação do código AMI é sua dependência com a presença de "1" para garantir uma correta sincronização.

No código *Binary with M Zero Substitution* (BmZS) – Binário com M Substituição de Zero – as sequências de "0" maiores que M *bits* serão sempre substituídas por uma grande sequência de M *bits* que contém os pulsos que introduzirá violações desejáveis como na regra de alternância.

Desta forma a densidade de pulsos aumenta e, em particular, também se assegura a presença de pulsos na presença de sequências que contém apenas "0".

Na recepção se obtém de novo os dados originais reconhecendo as violações e substituindo por M zeros a sucessão de M *bits* introduzida pela codificação.

Por exemplo, em um código B3ZS, a cada sequência de três "0" está codificada segundo o algoritmo da FIG 9A2.8, onde B é um pulso bipolar correto, V é a violação e "+" e "-" são as polaridades.

A violação sempre esta inserida na terceira posição da cadeia de três zeros que será substituída por 00V ou B0V.

A escolha entre os dois se faz de forma que o número de pulsos B, compreendidos entre duas violações V sucessivas seja ímpar.

Se o número de "1" transmitidos depois da última substituição for impar, a sequência de três zeros será substituída por 00V, enquanto que no caso contrário a substituição será por B0V.

Para a polaridade "+" ou "-" dos pulsos segue-se a regra de inserir os pulsos B com polaridade oposta a do pulso anterior (se B ou V) e os pulsos V com a mesma polaridade.

Na FIG 9A2.9 apresenta um exemplo da codificação B3ZS.

Observe o considerável aumento de pulsos em relação aos dados originais.

O código BmZS (B6ZS) é empregado nos sistema T2 (Bell).

HDBm

No *High Density Bipolar with maximum m consecutive zeros* – Alta Densidade Bipolar com o máximo de m zeros consecutivos (HDBm) permite a existência de uma cadeia de m zeros consecutivos como o máximo.

O mais difundido, sobretudo no setor de telefonia, é o HDB3.

É um código ternário porque utiliza três níveis de tensão +B, 0 e –B.

A codificação segue as regras indicadas na FIG 9A2.10, que pode ser entendidas a partir das seguintes regras:

A todo *bit* "0" se associa ao nível de tensão nulo.

polaridad del impulso anterior	numero de impulsos transmitidos después de la última sustitución	
	impar	par
–	0 0 –V	+B 0 +V
+	0 0 +V	–B 0 –V

Figura 9A2.8 – Algoritmo da codificação B3ZS.

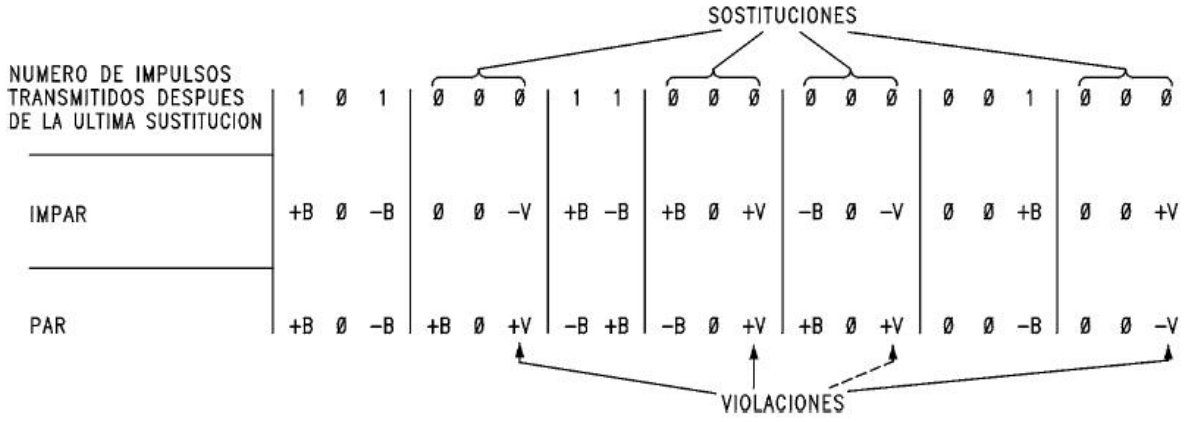

SOSTITUCIONES
NUMERO DE IMPULSOS TRANSMITIDOS DESPUES DE LA ULTIMA SUSTITUCION
1 Ø 1 Ø Ø Ø 1 1 Ø Ø Ø Ø Ø Ø Ø Ø 1 Ø Ø Ø
IMPAR
+B Ø –B Ø Ø –V +B –B +B Ø +V –B Ø –V Ø Ø +B Ø Ø +V
PAR
+B Ø –B +B Ø +V –B +B –B Ø +V +B Ø +V Ø Ø –B Ø Ø –V
VIOLACIONES

Figura 9A2.9 – Exemplo da codificação B3ZS.

A todo *bit* "1" se associa alternadamente os níveis +B e –B com polaridade sempre oposta a do último pulso.

No caso de cadeias contendo quatro "0" consecutivos, seguirá s seguinte regra:

- O primeiro "0" se codifica como "0" se a polaridade do pulso anterior do HDB3 é oposta ao da violação anterior, e por sua vez não constitui uma violação; caso contrário, se codifica como "1" (por conseguinte +B ou –B), se o pulso anterior apresenta a mesma polaridade que a violação anterior ou si o mesmo constitui uma violação;

  Com esta regra garante que violações sucessivas apresentem polaridades o-postas; por conseguinte, não introduzem uma componente contínua no fluxo de dados codificados.

- O segundo e o terceiro "0" se codificam sempre como "0";

- O quarto "0" será sempre codificado como "1", com polaridade tal que viole a regra da alternância.

Estas violações se denominam +V e –V.

A FIG 9A2.11 apresenta um exemplo da codificação HDB3.

Este código é empregado nos sistemas ITU-T de níveis 1, 2 e 3.

polaridad del impulso anterior	numero de impulsos transmitidos despues de la última sustitucion	
	impar	par
–	0 0 0 –V	+B 0 0 +V
+	0 0 0 +V	–B 0 0 –V

Figura 9A2.10 – Algoritmo da codificação HDB3.

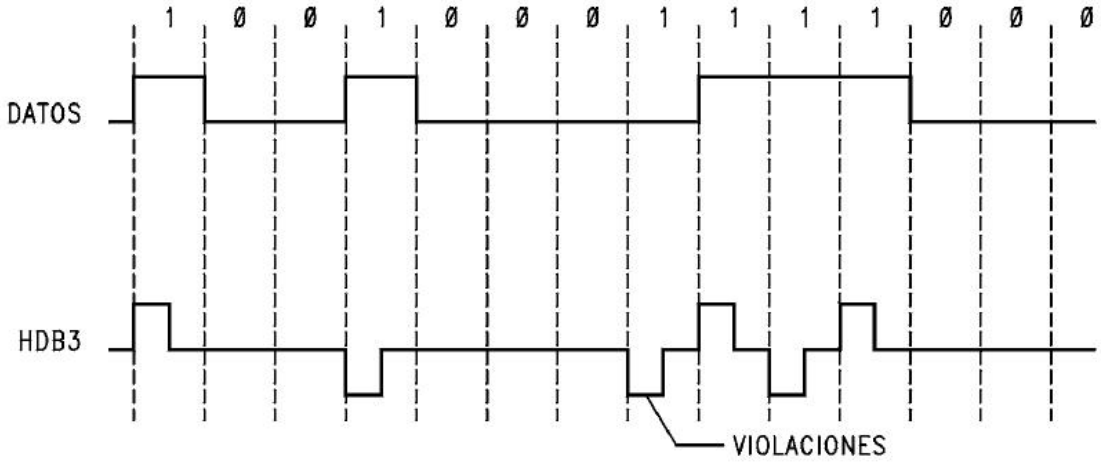


Figura 9A2.11 – Exemplo da codificação HDB3.

9A2.2 – Exercícios

UTT5 – Desconecte todos os *jumpers* e posicione todas as chaves *dip-switch* em *OFF*

FIP – Entre com o código da lição: 9A2.

Respondas às questões que se encontram no desenvolvimento deste exercício.

- Antes de executar as atividades propostas, faça as conexões corretas para alimentar o Cartão de Prática (+12V, -12V e terra), em seguida, alimente o Cartão UTT5.

9A2.2.1 – Codificação AMI

- Ajustar o circuito para o funcionamento com uma entrada de fluxo de dados de 320 kb/s (gerado interiormente pelo *TEST PATTERN* – Modelo de Teste) disponível na linha no lugar da trama MPX, segundo a seguinte tabela:

SWITCH	SELEÇÃO	FUNCIONAMENTO
SW1-2	ON	Fluxo a 320 kb/s
SW1-7	ON	Dados 4x0 / 4x1

- Verifica-se o acendimento do *LED* vermelho que indica a presença de uma fonte de sinal senoidal a 320 kb/s na linha que substitui o sinal MPX de saída;
- O *LED* vermelho indica a presença do sincronismo de trama está apagado porque não existe uma trama MpX, se não um fluxo de dados a 320 kb/s;
- Ajustar os CODECs para o seguinte modo de funcionamento:

SWITCH	SELEÇÃO	FUNCIONAMENTO
SW4	AMI/HDB3	Codificação AMI/HDB3
SW5	AMI	Codificação AMI

- Desconecte o *jumper* J1;
- Verificar com o osciloscópio as formas de ondas em TP14 (sinal digital de entrada) e em TP24 (sinal digital de saída codificada AMI) utilizando como fonte de sincronismo o sinal em TP27 (TSt0).

Q1 – O sinal está codificado em AMI. Qual é o efeito desta codificação sobre o sinal de entrada?

Grupo **A**	**B**	
1	2	Transforma o sinal unipolar em bipolar.
2	4	Transforma o sinal NRZ em RZ.
3	1	Realiza a alternância de níveis para os *bit* "1".
4	3	Troca a posição temporal dos *bits* de entrada.

Q2 – Que informação está contida em um sinal codificado em AMI?

Grupo **A**	**B**	
1	3	A condição de erro na transmissão quando recebe dois níveis iguais.
2	1	A condição de transmissão correta quando recebe dois níveis iguais.
3	4	A condição de transmissão correta quando recebe dois níveis alternados.
4	2	A condição de erro na transmissão quando recebe dois níveis alternados.

9A2.2.2 – Codificação HDB3

- Trocar a codificação ajustando o Cartão de Prática de acordo com a seguinte tabela:

SWITCH	SELEÇÃO	FUNCIONAMENTO
SW5	HDB3	Codificação HDB3

- Realizar as mesmas atividades e medições como no item anterior (9A2.2.1 – Codificação AMI).

Q3 – O sinal está codificado em HDB3. Qual é o efeito desta codificação sobre o sinal de entrada?

Grupo
A B

1 4 Transforma o sinal unipolar em bipolar.

2 3 Transforma o sinal NRZ em RZ.

3 2 Acrescenta *bits* de redundância para a correção dos erros.

4 1 Realiza a alternância de níveis e acrescenta violações.

Q4 – Suponha a troca do sinal no *TEST PATTERN* – Padrão de Teste dos atuais 4x0 / 4x1 por 0/1 alternados. Qual é o efeito desta codificação sobre o sinal de entrada?

Grupo **A**	**B**	
1	2	Um defasamento temporal entre os sinais de entrada e da saída.
2	3	Nulo, somente a alternância de nível dos *bits* "1".
3	4	Acrescenta *bits* de redundância para as ocorrências de erros.
4	1	Igual a questão anterior: realiza a alternância de nível acrescentando eventualmente violações.

Q5 – Nas mesmas condições, se sobrecarregar a codificação com um sinal analógico inserida no *time slot 1*, o que é de se esperar como resultado?

Grupo **A**	**B**	
4	2	O sinal de saída MPX codificado com os últimos *bits* em contínua alternância.
3	1	Nulo: o sinal analógico não será codificado.
2	4	Apenas a codificação de sincronismo e nenhum sinal no *time slot 1*.
1	3	Apenas a codificação de sincronismo e os *bits* no *time slot 1* em contínua alternância

Q6 – O que as codificações AMI e HDB3, utilizadas neste Cartão de Prática, tem em comum?

Grupo **A**	**B**	
1	2	Produzem sinais de saída NRZ.
2	1	Produzem sina de saída RZ.
3	4	Introduzem violações em grandes sequências de zeros.
4	3	Nada, porque o HDB3 introduz violações no quarto zero, enquanto que o AMI realiza a alternância de níveis para os *bits* zero.

9A2.2.3 – Codificação CMI

- Trocar a codificação ajustando o Cartão de Prática de acordo com a seguinte tabela:

SWITCH	SELEÇÃO	FUNCIONAMENTO
SW4	CMI	Codificação CMI

- Realizar as mesmas atividades e medições como nos itens anteriores.

Q7 – O sinal está codificado em CMI. Qual é o efeito desta codificação sobre o sinal de entrada?

Grupo A	B	
1	4	Introduz uma inversão de nível a cada *bit* "1" e um *bit* NRZ a cada *bit* "0".
2	3	Introduz uma inversão de nível a cada *bit* "0" e um *bit* NRZ a cada *bit* "1".
3	1	Introduz um ciclo de *clock* a cada *bit* "1" e alternâncias a cada *bit* "0".
4	2	Introduz um ciclo de *clock* a cada *bit* "0" e alternâncias a cada *bit* "1".

Q8 – Qual é a característica do sinal codificado em CMI?

Grupo A	B	
1	4	É do tipo NRZ e ocupa várias bandas quando aumenta o número de *bits* "1" presentes no sinal a codificar.
2	1	Ocupa várias bandas quando aumenta tanto o número de *bits* "0" como de *bits* "1" porque utiliza um período de *clock* equivalente à metade do período do sinal a codificar.
3	2	Ocupa várias bandas quando aumenta tanto o número de *bits* "0' quanto o de *bits* "1" porque os *bits* de entrada são invertidos, tal como o significado da sigla CMI.
4	3	Ocupa várias bandas quando aumenta tanto o número de *bits* "1" quanto o de *bits* "0", porque utiliza um período de *clock* equivalente à metade do período do sinal a codificar.

Lição 9A3: Formação da Trama PCM-TDM

Objetivos:

- Analisar o funcionamento do CODEC de canal;
- Descrever a formação da trama TDM dos sinais PCM

Equipamento Necessário:

- Unidade base para o sistema MSU (mod. EP4 fonte de energia, cartão proprietário, mod. FIP – Unidade de controle e de inserção de defeitos);
- UTF1 – Cartão de prática;
- Osciloscópio.

9A3.1 – Descrição

Faremos referencia à FIG. 9A3.1, que apresenta uma parte do diagrama em blocos correspondente às seções que realizam a formação da trama. A parte principal do sistema é o CODEC.

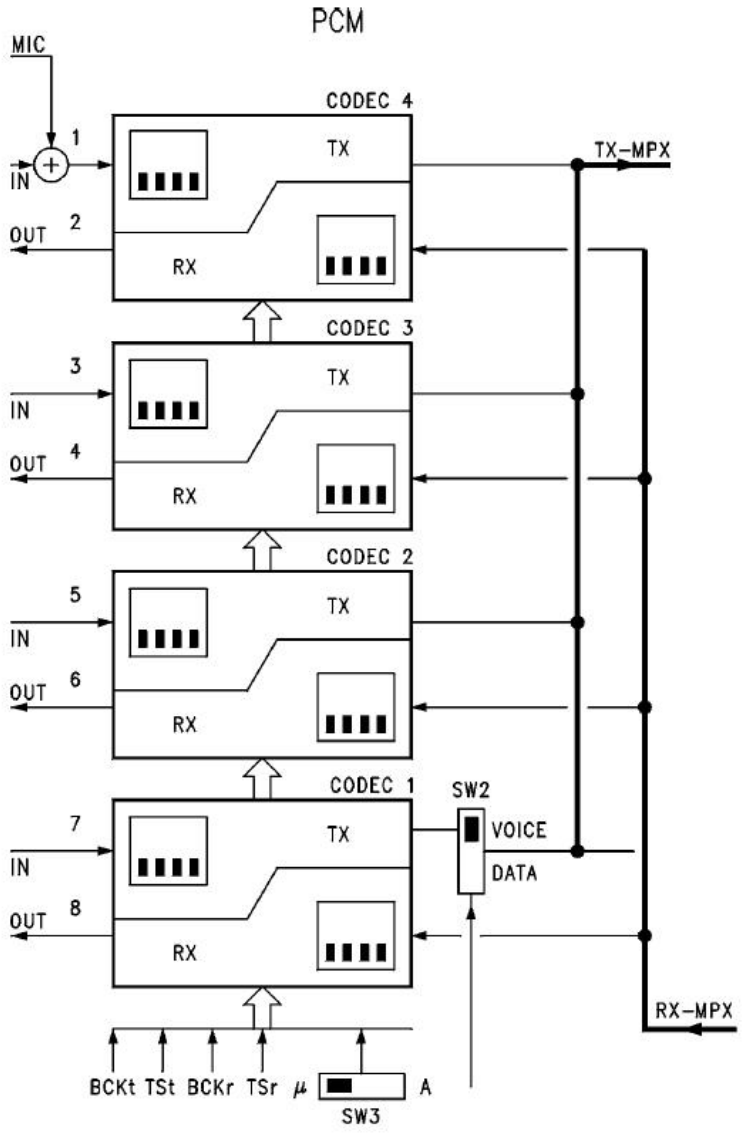


Figura 9A3.1 – Diagrama funcional.

9A3.1.1 – CODEC

O CODEC é um circuito integrado LSI amplamente difundido na indústria de telecomunicações, onde se aplicam às centrais particulares (PABX), nas centrais públicas, nos aparelhos digitais e em outros sistemas de digitalização da voz.

CODEC é a abreviação de Codificador/Decodificador e indica as partes que os constituem; isto é, os circuitos de interface final tanto de transmissão como de recepção.

O CODEC (o *Combo*, como as vezes é chamado quando o circuito integrado também inclui os filtros passa-faixa de voz da transmissão e da recepção), desenvolve todas as fases da conversão dos sinais de fonia (voz) em PCM e vice-versa.

- Transmissão
    - O limite da voz na transmissão está na faixa de 300-3.400 Hz para evitar os efeitos de *aliasing*;
    - A quantificação e a codificação binária da voz na transmissão, utilizando as leis da compressão A ou μ correspondentes;
    - A inserção da amostras digitais precedentes da codificação PCM no intervalo temporal (canal) reservado a linha de usuário nos sistemas PCM/TDM.
- Recepção
    - A obtenção das amostras PCM (do canal reservado ao usuário em si tratando de um sistema PCM/TDM);
    - A conversão das amostras PCM nos valores analógicos quantizados correspondentes, com as leis de expansão A e μ apropriadas;
    - A filtragem das amostras quantificadas para reconstruir o sinal de voz na recepção.
- Designação do *Time Slot*
    - A programação dos canais de recepção e transmissão reservados aos usuários nos sistemas PCM/TDM.

No desenvolvimento dos exercícios se utiliza um CODEC do tipo MC145480, cujo diagrama de blocos apresenta-se na FIG. 9A3.2.

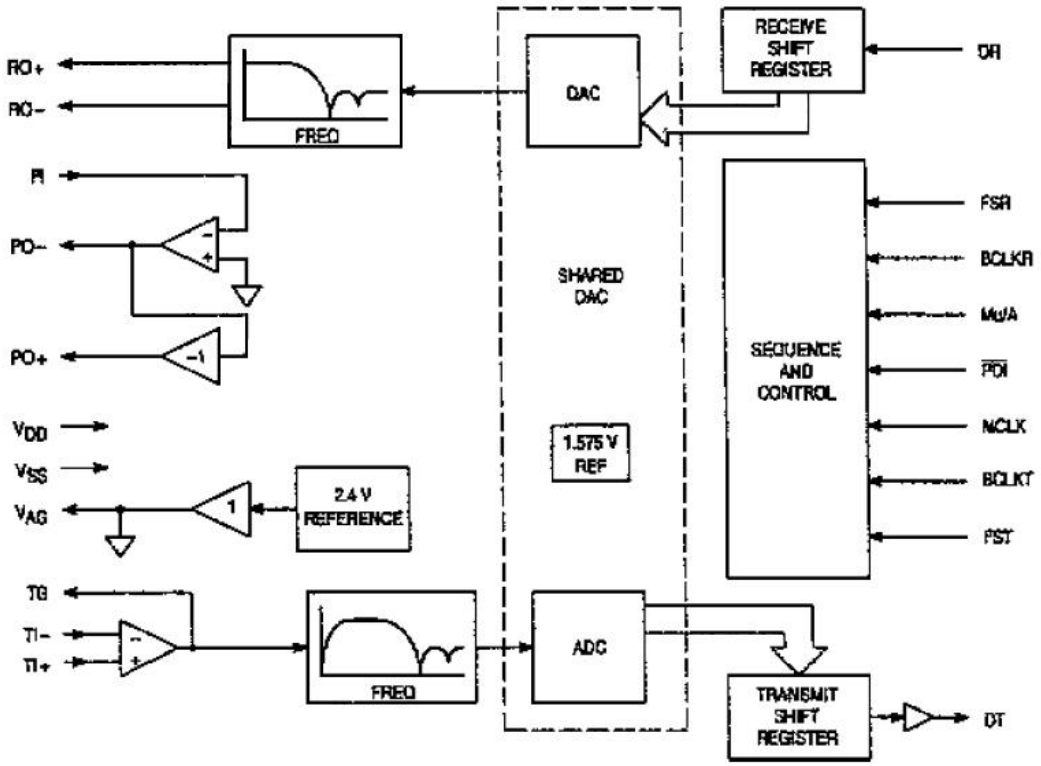


Figura 9A3.2 – Diagrama de blocos de um CODEC.

Compressão Digital

A compressão é uma técnica utilizada para manter a relação S/R constante durante toda a faixa dinâmica do sinal de entrada. O CODEC que será utilizado no Cartão de Prática emprega uma compressão digital.

A compressão digital se diferencia da analógica – que está em desuso – porque realiza a compressão depois da conversão PCM, por conseguinte, em um sinal digital, e não antes da conversão, como ocorre utilizando-se um sinal analógico.

Analogamente, a expansão ocorre antes da decodificação PCM.

Esta técnica de compressão realiza uma conversão linear do sinal em 13 *bits*, que posteriormente se comprimem a 8 *bits*, segundo uma lei particular de conversão.

Neste caso se chama também de *codificação PCM não linear*.

A FIG. 9A3.3 apresenta o diagrama de blocos de um sistema PCM com compressão/expansão digital.

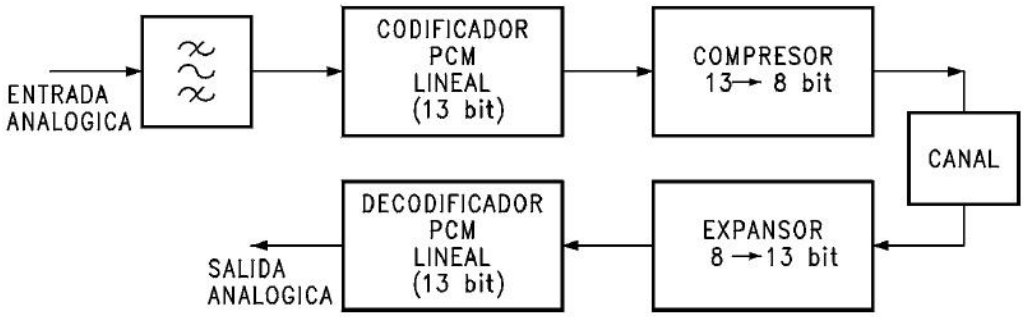


Figura 9A3.3 – Sistema PCM com compressão digital.

O CODEC em estudo pode trabalhar com as seguintes leis de compressão:

- Lei A, utilizada na Europa;
- Lei μ utilizada na América e no Japão.

A fig. 9A3.4 apresenta a característica de transferência para a Lei A (a) e para a Lei μ (b).

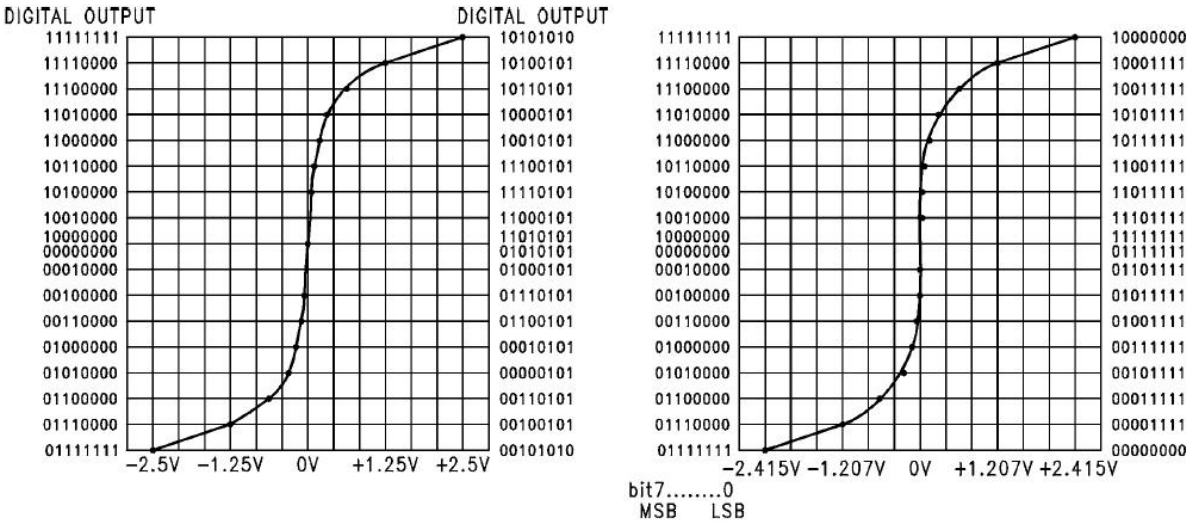


Figura 9A3.4 – a) Lei A e em b) Lei μ.

O código de 8 *bits* constitui-se por:

- *Bit* 7 (mais significativo): sinal do valor numérico sucessivo;
- *Bit* 6/5/4: identificador do segmento;
- *Bit* 3/2/1/0: identificador do intervalo de quantização.

A coluna da esquerda apresenta o seguinte significado:

- Apresenta os códigos de saída sem a inversão dos *bits* pares (Lei A);
- Apresenta os códigos compostos por bit de sinal (*bit* 7) e do valor PCM (Lei μ).

A coluna da direita apresenta o seguinte significado:

- Apresenta os códigos CEPT de saída com a inversão dos *bits* pares (Lei A);
- Apresenta os códigos com *bits* de sinal normal y os *bits* de valor invertidos (Lei μ, especificação AT&T D3).

9A3.1.2 – Trama PCM-TDM

A trama PCM-TDM gerada pelo Cartão de Prática UTT5 está constituída por 5 *time slot*, divididos da seguinte maneira:

- O *Time Slot 0* (*TS0*) contém a informação correspondente ao sincronismo da trama utilizado na recepção para identificar o início da mesma trama. O sincronismo da trama está constituído por uma sequência fixa de 8 *bits* (11100100);
- O *Time Slot 1* (*TS1*) contém os 8 *bits* de voz procedentes de um CODEC, ou, como alternativa, os *bits* procedentes de uma fonte de dados de 64 kb/s;
- Os *Time Slot 2/3/4* (*TS2/3/4*) contém as palavras de 8 *bits* de voz procedentes de outros CODEC.

Toda a temporização do circuito se realiza através de um circuito interior constituído por um PLD que coordena adequadamente os CODECs para a formação da trama e insere de forma apropriada o sinal de sincronismo no *Time Slot 0*.

Para obter uma representação imediata da formação da trama, no Cartão de Prática apresenta um visualizador de trama constituído por cinco *LED*s (FIG. 9A3.5).

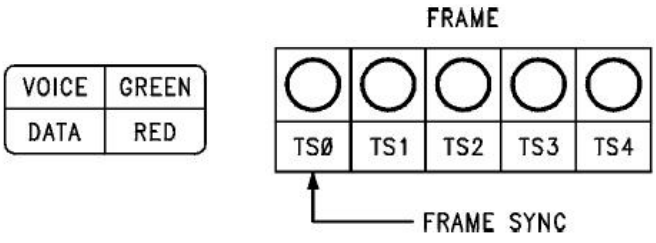


Figura 9A3.5 – Visualizador de trama.

A cor do *LED* identifica o tipo de sinal inserido:

VOICE (VOZ)	GREEN (Verde)	Sinal Analógico
DATA (DADOS)	RED (Vermelho)	Sinal Digital

O significado do acendimento e da cor dos *LED*s define uma formação particular da trama, de acordo com a seguinte tabela:

TS0	TS1	TS2	TS3	TS4	FUNCIONAMENTO
Vermelho	Verde	Verde	Verde	Verde	Sincronismo + 4 sinais analógicos
Vermelho	Vermelho	Verde	Verde	Verde	Sincronismo + 1 sinal de 64kb/s + 3 sinais analógicos
OFF	OFF	OFF	OFF	OFF	1 sinal de 320 kb/s

Notas:

- *Sync*: indica a presença do sincronismo de trama em TS0 (*LED* TS0 iluminado na cor vermelha);
- *Sinal analógico*: indica que um dos CODECs foi ajustado para ocupar aquele *time slot* definido com uma informação de uma fonte analógica (*LED* iluminado na cor verde);
- *1 sinal de 64 kb/s*: indica a presença de um sinal digital com um fluxo de dados de 64 kb/s em TS1 (*LED* TS1 iluminado na cor vermelha);
- *1 sinal de 320 kb/s*: todos os cinco *LED*s estão apagados porque está presente um único fluxo de dados de 320 kb/s. A trama não está formada: não existe sincronismo no *time slot*.

A designação do *time slot* de transmissão para um determinado canal ocorre de forma apropriada por meio de micro-switch numa dip-switch de 4 vias na seção TX do CODEC correspondente.

Por exemplo, para associar o *time slot 3* ao canal de voz inserido na entrada do CODEC 4, deve-se selecionar em ON apenas a microchave 3 do dip-switch de transmissão (TX) do CODEC 4.

É possível verificar a seleção efetuada observando o iluminamento do *LED* verde (fonte analógica "*Voice*" – Voz) correspondente com a posição escolhida no visualizador de trama; além do que, o iluminamento do *LED* vermelho em TS0 confirmará a presença do sinal de sincronismo e, por conseguinte a composição correta da trama multiplexada.

Para todos os CODECs é fornecido, através de um gerador interno, um tom de freqüência fixa, da qual é possível selecionar o nível por meio de um potenciômetro (LEVEL – Nível) correspondente.

No CODEC 4 é possível inserir tanto um tom de 500 Hz como um sinal proveniente de um microfone externo, inserido no plug MIC; alem disso, é possível escutar o sinal transmitido proporcionado pelo microfone e recebido pelo CODEC apropriado, conectando a saído do microfone a entrada do alto-falante amplificado incorporado no Cartão de Prática, que contém um controle de volume (VOLUME).

Através da seleção da chave SW2 (*VOICE/DATA* – VOZ/DADOS) é possível inserir um fluxo de transmissão (TX-MPX) um sinal procedente do CODEC 1 que contém a informação correspondente ao sinal de 2 kHz ou um sinal digital de 64 kb/s, inserido exclusivamente no *time slot 1* (TS1).

É possível verificar a seleção executada observando a cor dos *LED*s correspondentes á posição TS1 no visualizador de trama.

SW2	*LED* TS1	FUNCIONAMENTO
VOICE (VOZ)	Verde	Inserção de sinal analógico
DATA (DADOS)	Vermelho	Inserção de sinal digital

O sinal digital de 64 kb/s pode ser fornecida internamente no Cartão de Prática ou externamente de acordo com a seguinte tabela e após verificar o iluminamento dos *LED*s de sinalização:

SW2	SW1-1	SW1-3	*LED*	FUNCIONAMENTO
DATA	ON	OFF	64 Kb/s	Fluxo interno
DATA	OFF	ON	DATA	Fluxo externo

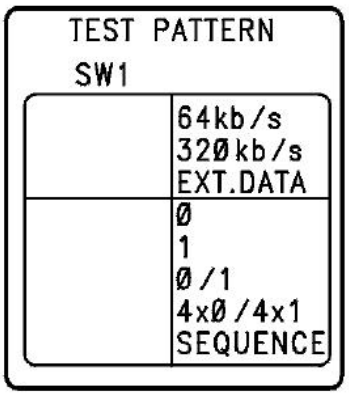


Figura 9A3.6 – TEST PATTERN – Padrão de Teste.

Estes sinais digitais, gerados internamente pelo TEST PATTERN – Padrão de Teste (FIG. 9A3.6), serão ajustadas em diferentes configurações possíveis, selecionando, uma de cada vez em "ON", as micro-chaves 4, 5, 6, 7 e 8 as SW1.

Estas configurações, que representam as combinações de 0 e 1 constituem o fluxo de dados, tem o seguinte significado:

SW1	SELEÇÃO	SERIGRAFIA	FUNCIONAMENTO
4	ON	0	Fluxo de 0 continuo
5	ON	1	Fluxo de 1 contínuo
6	ON	0 / 1	Fluxo alternado de 0 e 1
7	ON	4 x 0 / 4 x 1	Fluxo de quatro 0 e quatro 1 alternados
8	ON	*Sequence*	Fluxo de dados com sequência fixa (40 *bit*)

Também é possível simular uma transmissão de dados pura a 320 kb/s, sem o TDM, inserindo o fluxo de dados gerados internamente, diretamente na trama, selecionando a micro-chave SW1-2 em "ON".

Tal como visto para o fluxo a 64 kb/s , é possível selecionar o tipo de sequência em "ON", uma de cada vez, SW1-4/5/6/7/8.

Além disso, pode-se observar que não tendo a formação da trama, todos os *LED*s que constituem o visualizador de trama, se apagam.

Tal como descrito anteriormente, as temporizações do circuito em questão assumem os seguintes valores:

$T = 125\ \mu s$ Intervalo da amostra (duração da trama)

$T = 25\ \mu s$ Intervalo de tempo definido para cada canal (*Time Slot*)

$Tb = 3{,}125\ \mu s$ Intervalo de tempo definido para cada *bit* (*Bit Time*)

$F_c = 64\ kb/s$ Velocidade do *bit* no canal PCM

$F_b = 320\ kb/s$ Velocidade do *bit* no fluxo PCM-TDM

9A3.2 – Exercícios

UTT5 – Desconecte todos os *jumpers* e posicione todas as chaves *dip-switch* em *OFF*

FIP – Entre com o código da lição: 9A3.

Respondas às questões que se encontram no desenvolvimento deste exercício.

- Antes de executar as atividades propostas, faça as conexões corretas para alimentar o Cartão de Prática (+12V, -12V e terra), em seguida, alimente o Cartão UTT5.

9A3.2.1 – Temporização do sinal PCM-TDM

- Preparar o CEDEC 2 para o funcionamento no Time Slot 2; ou seja, de modo que o sinal PCM correspondente a uma fonte de 1,6 kHz seja inserida no segundo time slot da trama MPX, tal como indicado na seguinte tabela:

CODEC	SEÇÃO	DIP-SW	SELEÇÃO
2	TX	2	ON

- Verificar o iluminamento do *LED* verde (fonte analógica "Voice" – Voz) correspondente a posição TS2 e o *LED* vermelho (presença de sinal de sincronismo em TS0) no visualizador de trama.

- Ajustar uma lei de compressão, por exemplo, a Lei A, tal como indicado na seguinte tabela:

SW3	FUNCIONAMENTO
A	Lei de compressão A

- Ajustar o circuito para o funcionamento com entrada de dados de 64 kb/s no Time Slot 1 (dados gerados internamente pelo TEST PATTERN – Padrão de Teste), de acordo com s seguinte tabela:

SWITCH	SELEÇÃO	FUNCIONAMENTO
SW1-1	ON	Fluxo de 64 kb/s
SW1-6	ON	Dados 0 / 1
SW2	DATA	Entrada Dados

- Com o osciloscópio, utilizando como fonte de sincronismo o TP27 (TSt0, sinal de sincronização correspondente ao sinal de sincronismo contido na trama), verificar as seguintes formas de onda e temporizações:
  - TP5 (sinal analógico de entrada);
  - TP10 (sinal de dados de entrada, 64 kb/s);
  - TP14 (sinal PCM-TDM de saída)
  - Verificar a presença:
    1. em TS0 do sinal de sincronização (sequência fixa de 8 *bits* "11011000";
    2. em TS1 de uma sequência fixa (correspondente a entrada de dados);
    3. em TS2 de uma sequência variável no tempo (correspondente a entrada analógica).
  - TP28/29/30 (TSt1/2/3/4, sinais dos sincronismos correspondentes a TS1/2/3/4 na transmissão). A cada pulso destes sinais, no CODEC correspondente, realizam-se:
    1. A conversão A/D;

2. A codificação segundo a Lei A (ou μ);

3. A introdução, no *time slot* correspondente, de 8 *bits*.

Observe que estes sinais estão separados uns dos outros de 25 μs; além disso, o período de repetição de cada um, ou seja, a distância entre os pulso sucessivos de um mesmo sinal é igual a 125 μs, isto é, corresponde ao período e a frequência de amostragem do sinal analógico que é de 8 kHz.

- TP36 (BCKt: clock de transmissão dos bits da trama, com período igual a duração de um bit, ou seja, 3,125 μs, e freqüência de 320 kHz);

- TP38 (TC: clock de transmissão dos dados inseridos, com período igual a duração de um bit, ou seja, 15,625 μs, e frequência de 64 kHz).

- Observe que entre dois pulsos de sincronismo sucessivos na trama, estão pressentes 8 bits PCM, ou seja, uma amostra do sinal de entrada;

- Verificar o iluminamento e a cor dos *LED*s estão em conformidade com os sinais transmitidos.

Q1 – Observe que certas configurações de bits se repetem a cada 8 pulsos de sincronismo. Por quê?

Grupo **A**	**B**	
1	4	Não se observa nenhuma repetição das configurações de *bits*.
2	3	O sinal senoidal aplicado a entrada tem uma freqüência de 1 kHz sendo amostrado a 8 kHz, gerando 8 amostras por cada período da senoide. Visto que a senoide gerada no Cartão de Prática é síncrona com os pulsos de amostragem, depois de 8 amostras (por conseguinte, os corres-

pondentes 8 *bits* PCM) as amostras retomam o mesmo valor.

3 2 Porque se utiliza na codificação a Lei A.

4 1 O sinal senoidal aplicado a entrada apresenta uma freqüência de 1 kHz sendo amostrado a 64 kHz. Casualmente os 8 *bits* PCM se repetem de vez em quando.

Q2 – Estamos inserindo dados em TS1. Comparar o sinal digital de entrada (TP10) e TS1. O que se observa?

Grupo
A B

1 4 São dois sinais totalmente diferentes, tanto como nas formas de onda assim também na temporização.

2 3 Tem um mau funcionamento. O sinal digital DATA, que é uma série de 0 e 1, deveria encontrar-se no primeiro *time slot*; em compensação, primeiro está presente uma série casula de dados e, posteriormente, a série de 0/1 correta.

3 2 O sinal digital DATA, constituída por uma série alternada de 0 e 1, está colocada no *time slot* correto. A primeira série de bits constitui o sincronismo. A velocidade de transmissão é diferente porque os dados estão inseridos na trama a uma velocidade superior a da entrada.

4 1 O sinal DATA está colocado no *time slot* correto. A primeira série de dados constitui um sinal inserido para a correção de erros na recepção.

Q3 – Qual é o tipo de TDM realizado: entrelaçado de *bit* ou de *byte*?

Grupo **A**	**B**	
1	2	Não se pode perceber de forma alguma porque o processo é digital e, além disso, produziu-se uma codificação de compressão
2	3	Tipo *byte*, porque no primeiro *time slot* encontra-se todo o *byte* de DADOS.
3	4	Tipo *byte*, porque no primeiro *time slot* encontra-se um *byte* de 8 *bits* e não apenas 1 *bit*.
4	1	Tipo *bit*, porque o processo digital do sinal realiza-se *bit* por *bit*

9A3.2.2 – Inserção do Sinal Analógico na Trama PCM, Lei A/µ

- Ajustar o CODEC 3 para o funcionamento na transmissão em TS3;

CODEC	SEÇÃO	DIP-SW	SELEÇÃO
3	TX	3	ON

- Verificar o iluminamento do *LED* verde (fonte de sinal analógico "Voice" – Voz) na posição correspondente ao TS3 e do *led* vermelho (presença de sinal de sincronismo em TS0) no visualizador de trama;
- Ajustar uma lei de compressão, por exemplo, a Lei A:

SW3	FUNCIONAMENTO
A	Lei de compressão A

- Ajustar todos os potenciômetros *LEVEL* (Nível) e *VOLUME* para a posição de mínimo;

- Com o osciloscópio, utilizando como fonte de sincronismo o TP27 (TSt0), verificar as seguintes formas de ondas e as temporizações:

  - TP3 (sinal analógico de entrada);

  - TP14 (sinal PCM-TDM de saída);

  - Verificar a presença em TS3 de um sinal do tipo seqüencial de 0/1 alternados, que, segundo a Lei A, correspondem a um sinal de entrada nulo.

- Aumentar o nível do sinal analógico de entrada, atuando sobre o potenciômetro LEVEL (1 kHz) e verificar que a cadeia interna do Time Slot 3 varia continuamente, porque a amostra é produzida em instantes diferentes e, por conseguinte, o valor amostrado varia continuamente;

- Ajustar para a lei de compressão μ;

SW3	FUNCIONAMENTO
μ	Lei de compressão μ

- Repetir as atividades anteriores verificando que, para um sinal de entrada nula, o sinal digital assume uma maior quantidade de 1.

Q4 – O PCM é obtido a partir de três fases principais. Quais são e em que sequência elas ocorrem?

Grupo **A**	**B**	
1	4	Quantização – amostragem – codificação.
2	3	Amostragem – codificação – quantização.
3	1	Amostragem – quantização – codificação.
4	2	Quantização – amostragem – amplificação.

Q5 – A quantização consiste em:

Grupo **A**	**B**	
1	4	Designação de uma palavra de 8 *bits* à amostra.
2	3	Medida de uma quantidade da potência da amostra.
3	1	Conversão série dos bits em paralelo.
4	2	Designação de valores discretos aos valores contínuos da amostra.

Q6 – A diferença entre o valor amostrado e o valor quantizado denomina-se de:

Grupo A	B	
1	6	*Aliasing*.
2	5	Erro de amostragem.
3	4	Sobrecarga de inclinação.
4	3	Ondulação.
5	2	Ruído de quantização
6	1	Ruído granular.

Q7 – A codificação consiste em:

Grupo A	B	
1	4	Na designação de uma série de bits a cada amostra.
2	3	Na designação de uma série de bits a cada valor quantizado.
3	1	Na geração de códigos para a correção de erros.
4	2	Na designação de valores discretos aos valores contínuos da amostra.

Q8 – Se os níveis de quantização são 256, quantos bits são necessários para se ter todos os níveis na forma binária?

Grupo **A**	**B**	
1	4	7
2	3	10
3	2	256
4	1	8

Q9 – Porque se utiliza a codificação PCM não linear?

Grupo **A**	**B**	
1	4	Para reduzir o ruído de quantização.
2	3	Para obter uma relação sinal/ruído de quantização constante sobre toda a dinâmica do sinal analógico.
3	2	Para equalizar os sinais depois de linha de comunicação.
4	1	Para reduzir o número de bits por amostra.

Q10 – O que são as Leis A e μ?

Grupo A	B	
1	4	Dois padrões para a transmissão de dados utilizando-se modem.
2	1	Dois padrões de codificação MIC não linear: europeu (Lei μ) e americano (Lei A).
3	2	Teoremas sobre as amostras dos sinais.
4	1	Dois padrões de codificação MIC não linear: americano (Lei μ) e europeu (Lei A).

Q11 – O que é um CODEC?

Grupo A	B	
1	4	A seção de codificação de um sistema PCM.
2	3	Um circuito integrado que realiza todas as funções de codificação do sinal analógico em sinal PCM e vice-versa.
3	2	Um contador de erros nos sistemas PCM.
4	1	Um compressor digital.

Q12 – Verifica-se um defeito na formação da trama com sinais analógicos. Verifique o funcionamento. Recomenda-se utilizar uma fonte de sinais analógicos, ajustando a Lei de compressão A. De que depende este defeito?

Grupo **A**	**B**	
1	2	Da utilização da Lei A para fontes de sinais digitais e não analógicos.
2	3	Da seção de entrada dos CODECs 1,2 e 4.
3	4	Da seção FRAME SYNC GENERATOR, visto que não existe sincronismo na trama.
4	1	Da seção de entrada do CODEC 3.

Lição 9A4: Codificadores e Transmissor de Linha

Objetivos:

- Descrever e analisar os aspectos funcionais dos codificadores AMI/HDB3/CMI;
- Descreve como o transmissor de linha forma o sinal para envio na linha.

Equipamento Necessário:

- Unidade base para o sistema MSU (mod. EP4 fonte de energia, cartão proprietário, mod. FIP – Unidade de controle e de inserção de defeitos);
- UTT5 – Cartão de prática;
- Osciloscópio.

9A4.1 – Descrição

Para analisar o funcionamento dos codificadores de linha utilizaremos sinais digitais gerados pelo *TEST PATTERN* – Padrão de Teste, porque são periódicos e estáveis permitindo a sincronização do osciloscópio, só assim o efeito da codificação será observado.

9A4.1.1 – CODER AMI/HDB3 – Codificador AMI/HDB3

Este *CODER* funciona a partir da seleção da chave SW4 para a posição A-MI/HDB3.

A codificação, que se desenvolve em uma cadeia de quatro bits, será selecionada entre ambas (AMI/HDB3) através da chave SW5.

O circuito codifica o sinal MPX do tipo NRZ binário unipolar de entrada, em dois sinais do tipo RZ unipolares, proporcionando as saídas (OUT+ e OUR-) correspondentes.

Os sinais proporcionados por estas saídas serão posteriormente misturadas pelo circuito sucessor, o transmissor de linha (*BIPOLAR LINE DRIVER* – Driver de Linha Bipolar), para obter o sinal de saída final do tipo ternário bipolar (FIG. 9A4.1).

Através da figura pode-se observar que o sinal de entrada é amostrado durante a borda de descida do sinal de *clock.* É fornecida codificada às saídas (OUT+ e OUT-) durante a borda de subida do sinal de *clock*, após quatro períodos de *clock* desde sua entrada.

9A4.1.2 – Codificador CMI

O funcionamento deste codificador ocorre selecionando a chave SW4 para a posição CMI.

De forma semelhante ao circuito anterior, este circuito também codifica o sinal MPX das saídas que serão entrelaçadas pelo transmissor (FIG. 9A4.2).

Cabe observar que dos dois sinais fornecidos na saída, um estão em oposição ao outro.

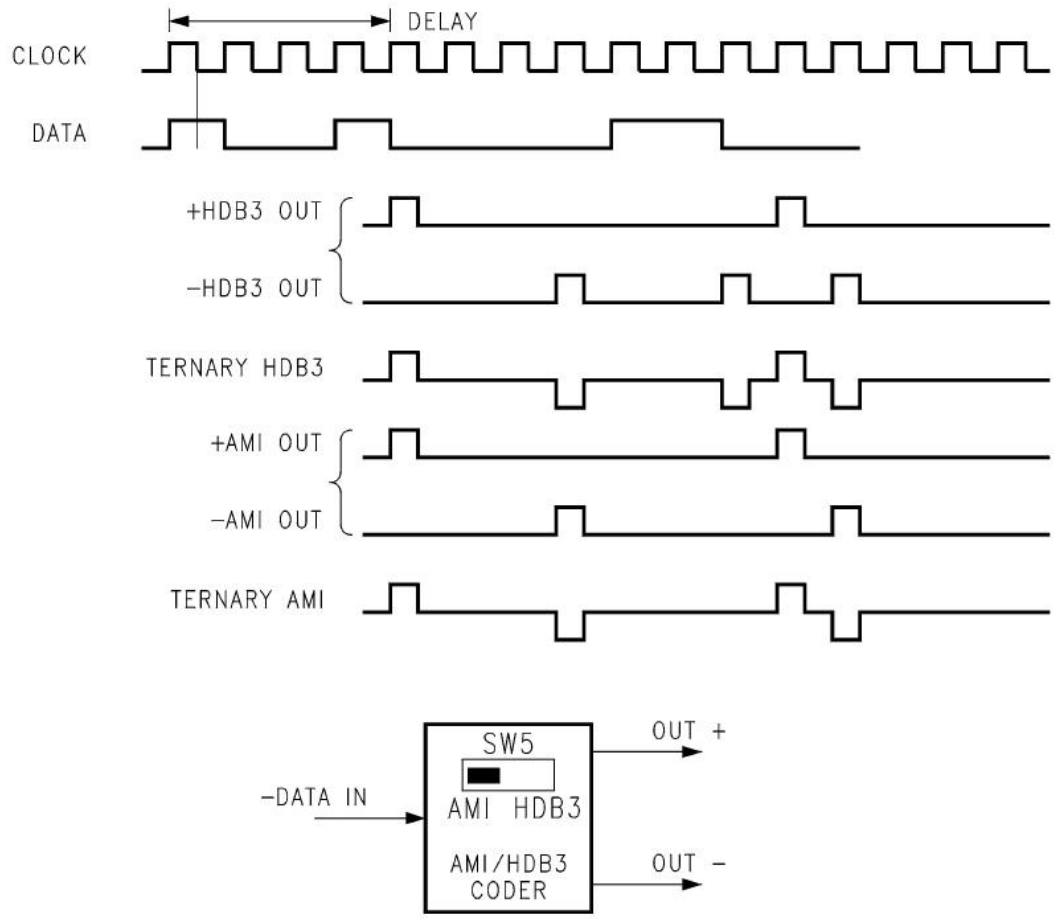


Figura 9A4.1 – Exemplo de codificação AMI/HDB3.

Além disso, para obter a codificação CMI, esta exige um sinal de *clock* de frequência duas vezes maior em relação ao AMI/HDB3, por isso existe um circuito interno que realiza a duplicação deste *clock*.

Na presença de um "0" fornece à saída um período completo de *clock*, enquanto que na presença de um "1" alternam-se níveis altos e baixos por um intervalo de tempo igual à de um bit.

Cabe observar que a defasagem temporal entre entrada e a saída equivale a um intervalo de tempo igual à duração de um bit do dado.

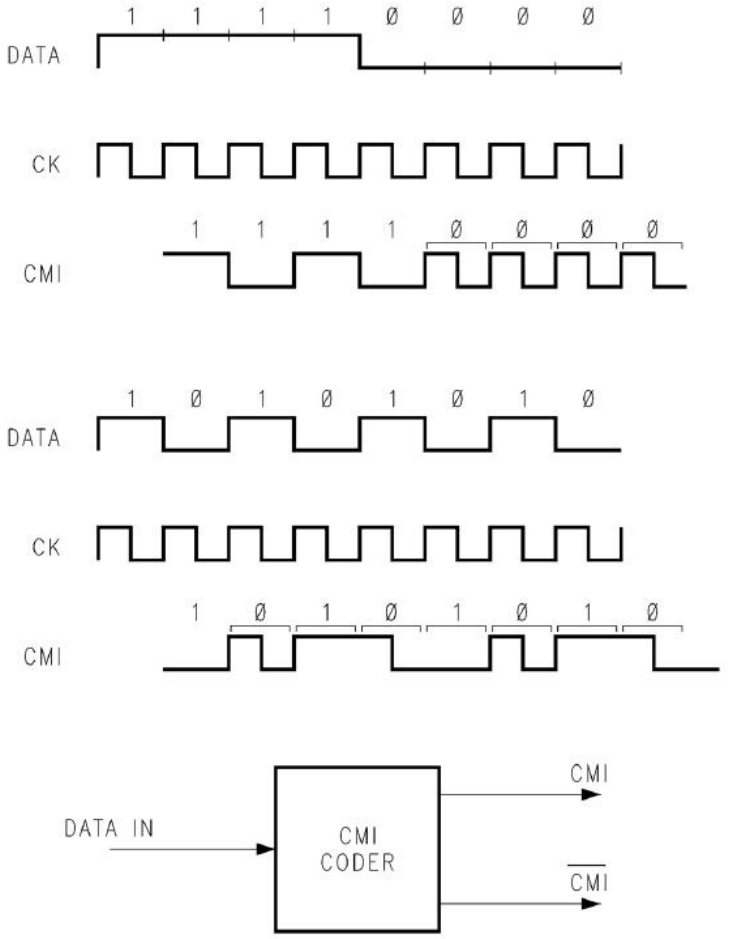


Figura 9A4.2 – Exemplo de codificação CMI.

9A4.1.3 – Transmissor de Linha

O transmissor de linha é uma interface necessária entre o codificador e a própria linha.

Pelas características mencionadas anteriormente sobre a transmissão na linha, é necessário dispor de um sinal bipolar para a transmissão.

O transmissor é utilizado para este fim: entrelaçar, fazendo a diferença algébrica entre os dois sinais de saída do codificador, para obter o sinal desejado.

O sinal de saída é um sinal *bipolar ternário* (para as codificações AMI e HDB3) ou simplesmente *bipolar* (para a codificação CMI).

Tal como se apresenta na FIG. 9A4.3, o transmissor ou o *BIPOLAR LINE DRIVER* – Driver de Linha Bipolar realiza a diferença dos sinais presentes em suas entradas mediante a utilização de um amplificador operacional.

Este circuito apresenta as seguintes características:

- Proporciona um sinal de saída com a amplitude desejada;
- Realiza a função da etapa separadora visto que apresenta:
  - Alta impedância de entrada;
  - Impedância de saída equivalente à da linha para a máxima transferência de potência (150 Ω).

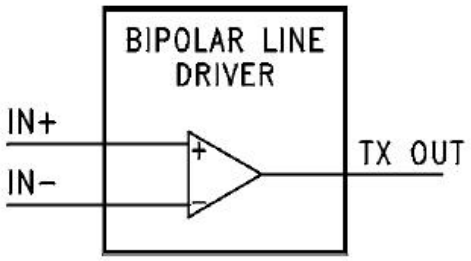


Figura 9A4.3 – *Driver* de Linha Bipolar.

9A4.2 – Exercícios

UTT5 – Desconecte todos os *jumpers* e posicione todas as chaves *dip-switch* em *OFF*

FIP – Entre com o código da lição: 9A4

Respondas às questões que se encontram no desenvolvimento deste exercício.

- Antes de executar as atividades propostas, faça as conexões corretas para alimentar o Cartão de Prática (+12V, -12V e terra), em seguida, alimente o Cartão UTT5.

9A4.2.1 – Sinais de Sincronização

- Ajustar o circuito para operar com entrada analógica de acordo com a seguinte tabela:

CHAVE	SELEÇÃO	FUNCIONAMENTO
SW2	VOICE – VOZ	Entrada VOICE - Voz

- Observar com o osciloscópio as seguintes formas de onda que constituem as temporizações da transmissão:
  - TP27: TSt0 – sincronismo do TS0;
  - TP36: BCKt – *clock* dos *bits* de transmissão;
  - TP14: TX MPX – sinal multiplexado de saída.
- Observar que as formas de ondas coincidem com aquelas apresentadas na FIG. 9A4.4, onde, em particular, a figura c) expõe o TS0, ou seja, a palavra de sincronismo da trama;

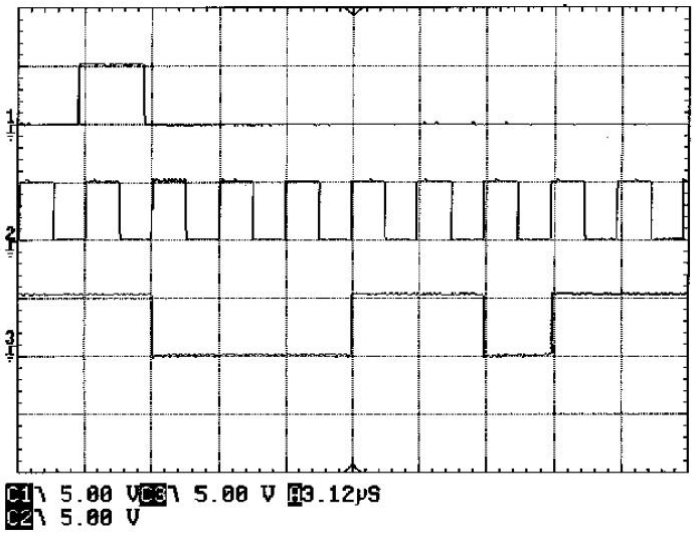


Figura 9A4.4 – Sinais de sincronismos: a) TSt0, b) BCKt, c) TS0.

Q1 – Analise o sinal presente em TP14. Observa-se um sinal igual a forma de onda c) apresentada na FIG. 9A4.4. O que se pode afirmar?

Grupo **A**	**B**	
1	3	É um sinal pseudo-aleatória gerada pelo TEST PATTERN – Padrão de Teste.
2	4	É uma palavra de 8 *bits* com valor definido cujo primeiro *bit* de nível alto coincide com o *bit* do TS0.
3	1	É uma palavra de 8 *bits* com valor definido cujo primeiro *bit* de nível baixo começa depois do último *bits* de sincronismo de TS0.
4	2	É uma palavra de 8 *bits* cujo valor indica a amplitude do sinal de entrada.

Q2 – Qual é a velocidade de transmissão da trama?

Grupo
A B

1 4 320 kb/s, equivalente ao inverso da largura do pulso da trama.

2 3 640 kb/s, equivalente ao inverso da largura do pulso de *clock* de transmissão BCKt (1,5625 µs).

3 2 64 kb/s, equivalente ao produto da freqüência de amostra (8 kHz) pela quantidade de *bits* que constitui o sinal digital (8 bit).

4 1 40 kb/s, equivalente ao inverso do comprimento de cada *time slot*, que vale 8 vezes 3,125 µs.

- Ajustar os CODECs 1 e 4 tal como indicado na tabela abaixo, permitindo o funcionamento dos *Time Slot* 1 e4, aumentando o nível dos potenciômetros correspondentes:

CODEC	SEÇÃO	DIP-SW	SELEÇÃO
1	TX	1	ON
4	TX	4	ON

- Verificar a inserção de TS1 e TS4 na trama que aparecem adjacentes ao TS0, é possível identificar claramente a palavra de 8 bits que constitui o sincronismo da trama.

9A4.2.2 – Codificação AMI

- Ajustar o circuito para operar com entrada de dados a 320 kb/s (dados gerados internamente pelo TEST PATTERN – Padrão de Teste e inseridos na trama), de acordo com a seguinte tabela:

CHAVE	SELEÇÃO	FUNCIONAMENTO
SW1-2	ON	Fluxo de dados a 320 kb/s
SW2	DATA	Entrada de DADOS

- Observar o iluminamento do led vermelho, correspondente ao fluxo de dados a 320 kb/s proporcionado pelo TEST PATTERN – Padrão de Teste, da mesma forma que todos os led do visualizador de trama estão apagados, confirmando que não existe a formação da trama;

- Ajustar os CODECs de modo a operar da seguinte forma:

CHAVE	SELEÇÂO	FUNCIONAMENTO
SW4	AMI/HDB3	Codificação AMI/HDB3
SW5	AMI	Codificação AMI

- Desconectar o *CHANNEL SIMULATOR* – Simulador de Canal - de modo que o driver de linha não tenha como carga a impedância de entrada do driver:

JUMPER	SELEÇÂO	FUNCIONAMENTO
J1	OFF	Linha Aberta

- Com o osciloscópio, utilizando como fonte de sincronismo o TP27 (TSt0, sinal de sincronização correspondente ao sinal de sincronismo da trama) verificar as seguintes formas de ondas e temporizações:

- TP14: Entrada de dados – sinal unipolar de entrada;
- TP22: Saída OUT+ - sinal unipolar;
- TP23: Saída OUT- - sinal unipolar;
- TP24: Saída de dados – sinal bipolar de saída codificado

- Observar que nestas condições a tensão de saída sempre será nula;
- Selecionar em sequência, uma de cada vez, as diferentes combinações do fluxo de dados de entrada observando a correspondência dos sinais de saída com a entrada, de acordo com a seguinte tabela:

SW1	SELEÇÃO	FUNCIONAMENTO	FIGURA
4	ON	Fluxo de 0 contínuos	Sinal nulo
5	ON	Fluxo de 1 contínuos	FIG. 9A4.5
6	ON	Fluxo de 0 e 1 alternados	FIG. 9A4.6
7	ON	Fluxo de quatro 0 e quatro 1 alternados	FIG. 9A4.7

- A sequência pseudo-aleatória (*Sequence* – Sequência - , SW1-8 selecionada em ON), corresponde a uma combinação periódica de 40 bits. Não é fácil de observá-la no osciloscópio, por isso não foi representada;
- Observar que o codificador proporciona os sinais de saída (Saída OUT+ / Saída OUT-) com 4 bits de atraso em relação ao sinal de entrada: o efeito resultante está evidente na FIG. 9A4.7.

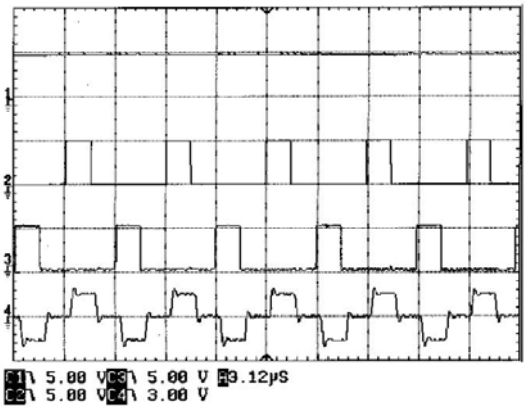


Figura 9A4.5 – Codificação AMI – Dados "1" a) Entrada de dados, b)Saída OUT+, c) Saída OUT-, d) Saída de dados.

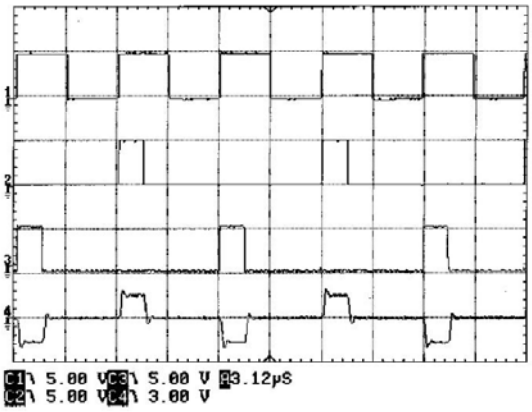


Figura 9A4.6 – Codificação AMI – Dados "0 / 1" a) Entrada de dados, b)Saída OUT+, c) Saída OUT-, d) Saída de dados.

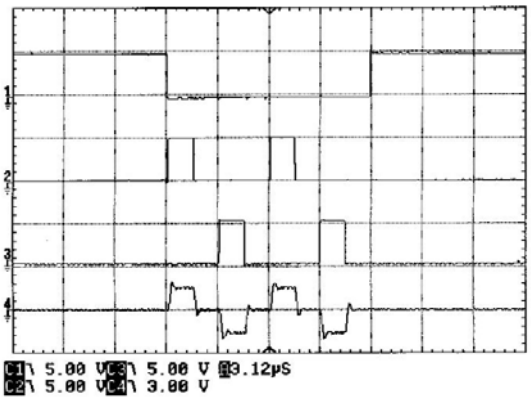


Figura 9A4.7 – Codificação AMI – Dados "4x0 / 4x1" a) Entrada de dados, b)Saída OUT+, c) Saída OUT-, d) Saída de dados.

9A4.2.3 – Codificação HDB3

- Manter os mesmos parâmetros do item anterior, salvo para o sinal de teste e o CODER, seguindo a seguinte tabela:

CHAVE	SELEÇÃO	FUNCIONAMENTO
SW1-4	ON	Fluxo de 0 contínuos
SW1-5	OFF	Nenhum
SW1-6	0FF	Nenhum
SW1-7	0FF	Nenhum
SW5	HDB3	Codificação HDB3

- Observar o correto funcionamento dos leds de sinalização e da trama;
- Com o osciloscópio, utilizando como fonte de sincronismo o TP27 (TSt0, sinal de sincronismo correspondente ao sinal de sincronismo contido na trama), verificar as seguintes formas de ondas e temporizações:
  - TP14: Entrada de dados – sinal unipolar de entrada;
  - TP22: Saída OUT+ - sinal unipolar;
  - TP23: Saída OUT- - sinal unipolar;
  - TP24: Saída de dados – sinal bipolar de saída codificado.
- Selecionar em sequência, uma de cada vez, as diferentes combinações do fluxo de dados de entrada observando a correspondência dos sinais de saída com a entrada, de acordo com a seguinte tabela:

SW1	SELEÇÃO	FUNCIONAMENTO	FIGURA
4	ON	Fluxo de 0 contínuos	FIG. 9A4.8
5	ON	Fluxo de 1 contínuos	FIG. 9A4.9
6	ON	Fluxo de 0 e 1 alternados	FIG. 9A4.10
7	ON	Fluxo de quatro 0 e quatro 1 alternados	FIG. 9A4.11

- A sequência pseudo-aleatória não foi representada pela mesma razão anteriormente citada;
- Observar que o codificador proporciona os sinais de saída (OUT+ / OUT-) com 4 bits de atraso com relação ao sinal de entrada: o efeito resultante está evidenciado na FIG. 9A4.11.

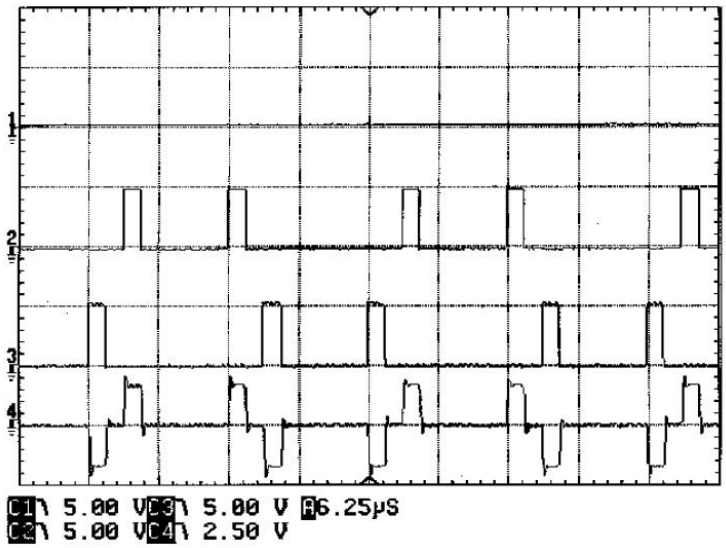


Figura 9A4.8 – Codificação HDB3 – Dados "0" a) Entrada de dados, b)Saída OUT+, c) Saída OUT-, d) Saída de dados.

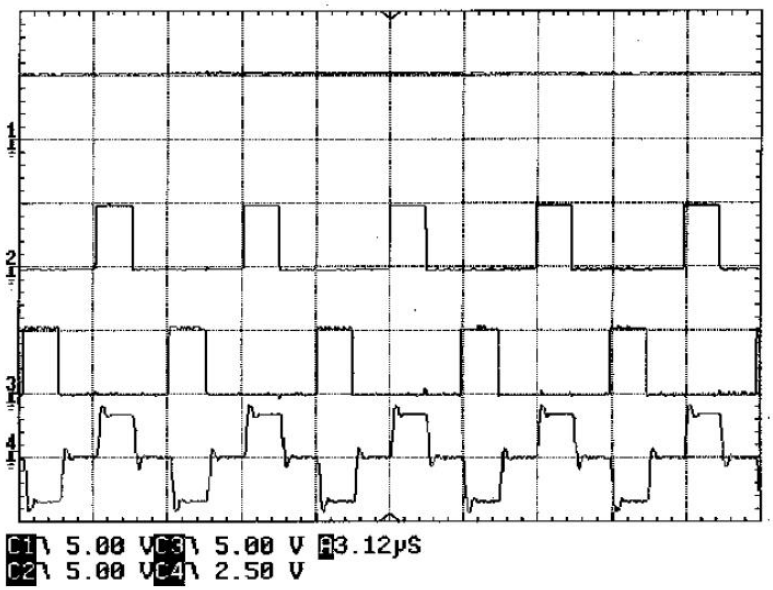


Figura 9A4.9 – Codificação HDB3 – Dados "1" a) Entrada de dados, b)Saída OUT+, c) Saída OUT-, d) Saída de dados.

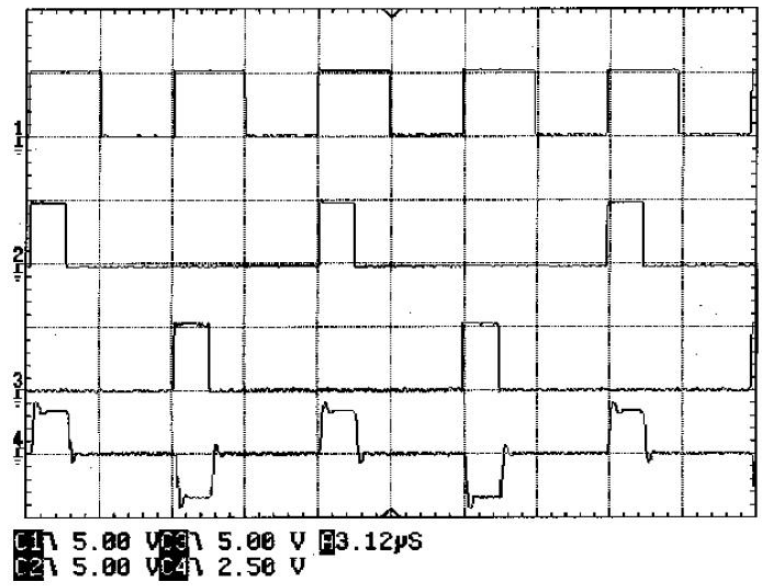


Figura 9A4.10 – Codificação HDB3 – Dados "0 / 1" a) Entrada de dados, b)Saída OUT+, c) Saída OUT-, d) Saída de dados.

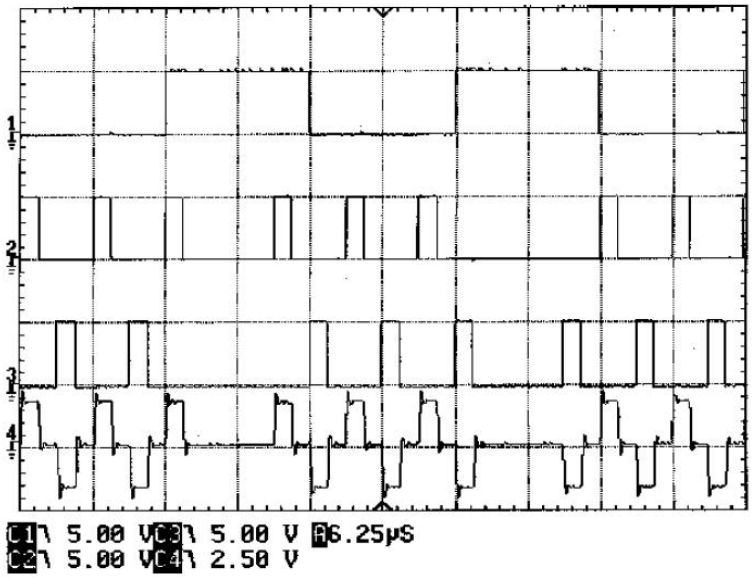


Figura 9A4.11 – Codificação HDB3 – Dados "4x0 / 4x1" a) Entrada de dados, b)Saída OUT+, c) Saída OUT-, d) Saída de dados.

Q3 – Compare as codificações AMI e HDB3. O que se pode afirmar em relação as violações introduzidas?

Grupo
A B

1 2 A codificação AMI introduz uma quantidade de violações superior à codificação HDB3.

2 3 A codificação HDB3 introduz uma quantidade de violações superior à codificação AMI.

3 4 A codificação HDB3 introduz violações, enquanto que na codificação AMI as violações são introduzidas apenas em casos particulares.

4 1 A codificação HDB3 introduz violações, enquanto que na codificação AMI não existem violações.

Q4 – Considere o ajuste para a codificação AMI com sinal de entrada "0". Perde-se o sincronismo e, por conseguinte a informação transmitida?

Grupo A	B	
1	4	Sim, o sincronismo se perde, mas não representa um problema específico; ao chegar uma informação o sincronismo será recuperado corretamente e com este a informação.
2	3	Sim, o sincronismo se perde e não se pode recuperá-lo.
3	2	Sim, o sincronismo se perde mas só até aparecer uma nova informação que as alternâncias continuam.
4	1	Sim, o sincronismo se perde. Também é um problema típico para as grandes sequências de "0" que se resolve utilizando codificações mais complexas como a HDB3.

Q5 – Ajustado a codificação HDB3 que, como se sabe, introduz violações. Qual das seguintes afirmativas é verdadeira?

Grupo A	B	
1	4	Não se perde jamais o sincronismo de recepção, incluso em grandes sequências de "0".
2	3	Não se perde jamais o sincronismo, porém sua freqüência é diferente do valor correto.
3	2	As violações introduzidas em grandes sequências de "0" aumentam a velocidade de recepção.

4 1 Não se perde jamais o sincronismo de recepção para grandes sequencias de "0", porém os dados recebidos apresentam erros.

9A4.2.4 – Codificação CMI

- Manter os mesmos parâmetros do item anterior, salvo para o sinal de teste de entrada e para o CODER, conforme a seguinte tabela:

CHAVE	SELEÇÃO	FUNCIONAMENTO
SW1-4	ON	Fluxo de 0 contínuos
SW1-5	OFF	Nenhum
SW1-6	OFF	Nenhum
SW1-7	OFF	Nenhum
SW4	CMI	Codificação CMI

- Verificar o funcionamento correto dos leds de sinalização da trama;
- Com o osciloscópio, utilizando como fonte de sincronismo TP27 (TSt0, sinal de sincronização correspondente ao sinal de sincronismo contido na trama), observar as seguintes formas de ondas e temporizações:
  - TP14: Entrada de dados – sinal unipolar de entrada;
  - TP22: Saída OUT + - sinal unipolar;
  - TP23: Saída OUT- - sinal unipolar;
  - TP24: Saída de dados – sinal bipolar de saída codificado;
- Selecionar em sequência, uma de cada vez, as diferentes combinações do fluxo de dados de entrada observando a correspondência dos sinais de saída com a entrada, de acordo com a seguinte tabela:

SW1	SELEÇÃO	FUNCIONAMENTO	FIGURA
4	ON	Fluxo de 0 contínuos	FIG. 9A4.12
5	ON	Fluxo de 1 contínuos	FIG. 9A4.13
6	ON	Fluxo de 0 e 1 alternados	FIG. 9A4.14
7	ON	Fluxo de quatro 0 e quatro 1 alternados	FIG. 9A4.15

- A sequência pseudo-aleatória não foi representada pela mesma razão já mencionado no exercício anterior;
- Observar que o codificador proporciona os sinais de saída (OUT+ / OUT-) com, aproximadamente, um bit de atraso em relação ao sinal de entrada.

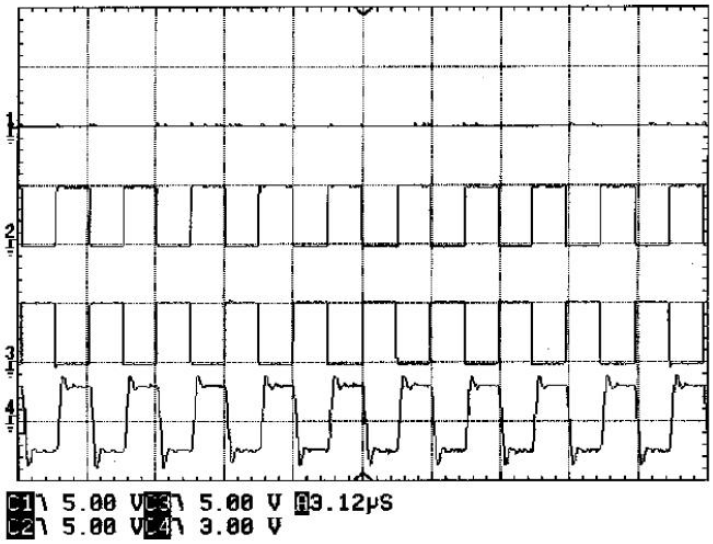


Figura 9A4.12 – Codificação CMI – Dados "0" a) Entrada de dados, b) Saída OUT+, c) Saída OUT-, d) Saída de dados.

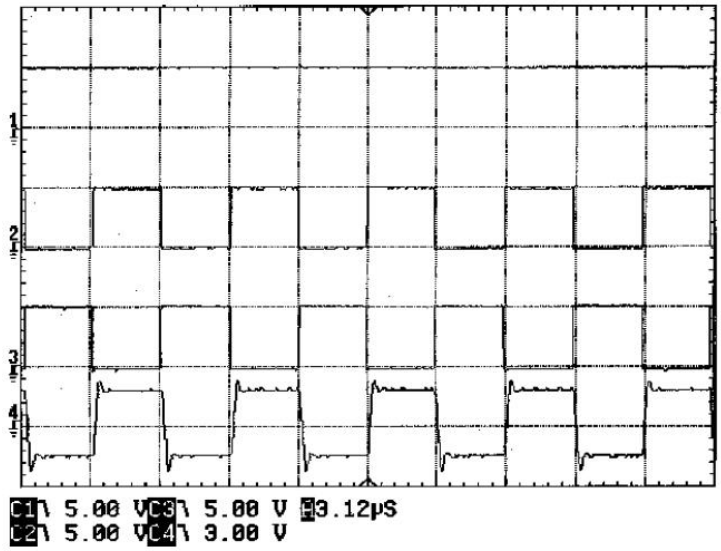


Figura 9A4.13 – Codificação CMI – Dados "1" a) Entrada de dados, b) Saída OUT+, c) Saída OUT-, d) Saída de dados.

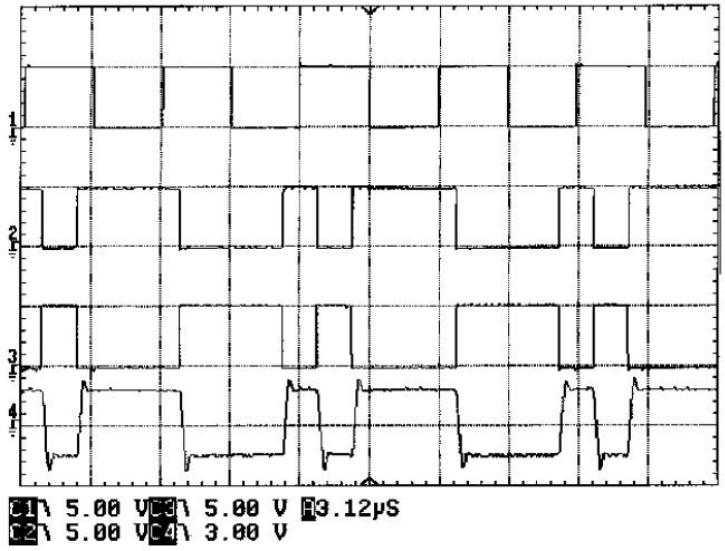


Figura 9A4.14 – Codificação CMI – Dados "0 / 1" a) Entrada de dados, b) Saída OUT+, c) Saída OUT-, d) Saída de dados.

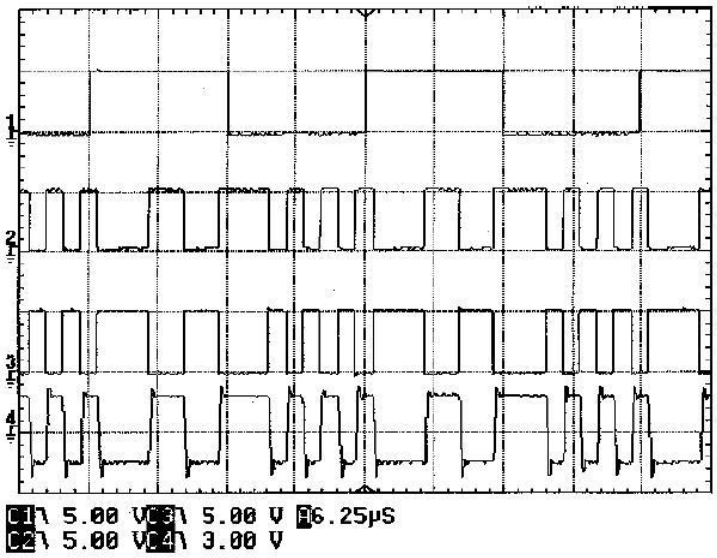


Figura 9A4.15 – Codificação CMI – Dados "4x0 / 4x1" a) Entrada de dados, b) Saída OUT+, c) Saída OUT-, d) Saída de dados.

Q6 – Ajustou-se uma codificação CMI. Quando o sinal codificado assume um valor nulo?

Grupo
A B

1 2 Nas sequências de zero de entrada, em particular.

2 1 Se os sinais CMI e CMI negada são iguais e, por conseguinte, a diferença entre elas é nula. Em uma condição particular que se verifica quando o sinal de entrada é periódico e o valor médio é nulo.

3 4 Jamais, visto que é um sinal pseudo-ternário.

4 3 Jamais, visto que é um sinal bipolar.

Q7 – Qual das afirmativas abaixo está correta?

Grupo A	B	
1	2	Introduz violações quando o sinal de entrada é "0".
2	1	Não introduz violações, mas um período de *clock* para cada zero do sinal de entrada.
3	3	Não introduz violações para sucessões contínuas de zeros assim em tais condições se perdem o sincronismo de recepção.
4	4	Introduz um período de *clock* para cada zero do sinal de entrada, assim a freqüência transmitida aumenta, a banda necessária para um correta recepção é maior e o circuito de recuperação de sincronismo pode facilmente perder o sincronismo por atenuações ou por uma freqüência demasiadamente elevada em relação à média.

9A4.2.5 – Considerações sobre as codificações

- Ajuste o circuito para operar com a entrada de dados gerada pelo TEST PATTERN – Padrão de Teste – e inseridos na trama de acordo com a seguinte tabela:

CHAVE	SELEÇÃO	FUNCIONAMENTO
SW1-2	ON	Fluxo a 320 kb/s
SW1-4	ON	Dados "0"

- Desconectar o *CHANNEL SIMULATOR* – Simulador de Canal - de modo que o driver de linha não tenha como carga a impedância de entrada do driver:

JUMPER	SELEÇÂO	FUNCIONAMENTO
J1	OFF	Linha Aberta

- Ajustar os codificadores de modo que se possam observar as seguintes afirmativas visualizadas em TP24:
  - Codificação AMI – ausência de sinal;
  - Codificação HDB3: sinal com inserção de violações;
  - Codificação CMI: sinal com elevado número de transições;
- Modificar os dados transmitidos segundo a tabela abaixo:

CHAVE	SELEÇÃO	FUNCIONAMENTO
SW1-4	OFF	Dados "0"
SW1-5	ON	Dados "1"

- Ajustar os codificadores de modo que possam observar as seguintes afirmativas visualizadas em TP24:
  - Codificação AMI e HDB3: mesmo sinal;
  - Codificação CMI: sinal com predomínio de baixas freqüências;
- Modificar os dados transmitidos segundo a tabela abaixo:

CHAVE	SELEÇÃO	FUNCIONAMENTO
SW1-5	OFF	Dados "1"
SW1-7	ON	Dados "4x0 / 4x1"

- Ajustar os codificadores de modo que possam observar as seguintes afirmativas visualizadas em TP24:

- Codificação AMI e HDB3: observar a inserção de quatro bits de violação no HDB3 em relação ao AMI;
- Codificação CMI: sinal com freqüências baixas e altas alternadas;

Lição 9A5: Simulador de Canal, Equalizador de linha e ALBO

Objetivos:

- Descrever e analisar o efeito do canal de transmissão sobre o sinal transmitido com relação as suas características;
- Descrever como o equalizador de linha e o ALBO recuperam as características do sinal transmitido.

Equipamento Necessário:

- Unidade base para o sistema MSU (mod. EP4 fonte de energia, cartão proprietário, mod. FIP – Unidade de controle e de inserção de defeitos);
- UTT5 – Cartão de prática;
- Osciloscópio.

9A5.1 – Descrição

Para analisar o efeito da linha sobre o sinal transmitido utilizará sinais digitais gerados pelo *TEST PATTERN* – Padrão de Teste – visto que são sinais periódicos e, por conseguinte, estáveis e mais fáceis na sincronização do osciloscópio.

9A5.1.1 – Simulador de Canal (*CHANNEL SIMULATOR*)

O Simulador de Canal de transmissão foi criado para permitir o estudo realista do efeito que a linha de transmissão comum introduz sobre o sinal transmitido.

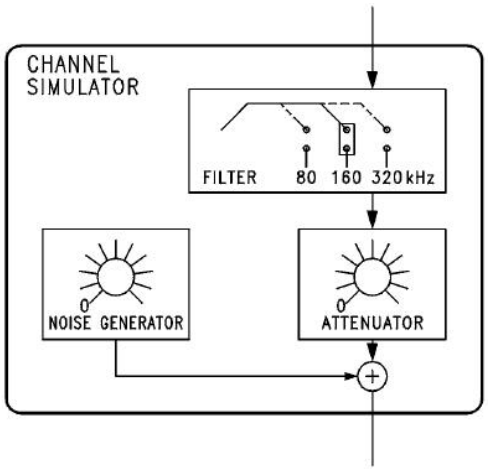


Figura 9A5.1 – *CHANNEL SIMULATOR* – Simulador de Canal.

A impedância de entrada é igual a 150 Ω para obter a máxima transferência de potência do transmissor de linha.

A impedância de saída é igual a 600 Ω para um casamento de impedância correto com a entrada da etapa de recepção.

Em particular, compõe de três blocos funcionais que caracterizam o comportamento de uma linha de transmissão e apresenta a seguinte especificação:

***FILTER* – Filtro**

O filtro é um passa-baixo que apresenta as seguintes funções: eliminar a componente contínua e simular o efeito das capacitâncias parasitas presentes na linha de transmissão.

O efeito das capacitâncias parasitas é semelhante ao comportamento de um filtro passa-baixo.

Tipicamente o funcionamento é para uma frequência de corte selecionada, igual a 160 kHz, contudo é possível piorar (80 kHz) ou melhorar (320 kHz) a operação a fim de avaliar o efeito sobre a transmissão trocando o tipo de codificação.

ATTENUATOR - Atenuador

O atenuador simula a atenuação introduzida pelo comprimento da linha. Pode-se ajustar de modo contínuo para avaliar o efeito sobre a transmissão.

NOISE GENERATOR – Gerador de Ruído

É um dispositivo que gera um ruído de espectro amplo para simular as interferências que afetam a linha de transmissão e influem sobre a recepção correta do sinal transmitido.

Através do diagrama de blocos pode-se observar que o ruído será inserido na saído do *CHANNEL SIMULATOR* – Simulador de Canal -, depois do filtro e do atenuador.

Desta forma, o ruído introduzido é independente do comprimento da linha e o comprimento da linha não filtra e não atenua o ruído.

A quantidade de ruído introduzido é ajustada de modo contínuo a fim de avaliar seu efeito sobre a transmissão.

9A5.1.2 – *LINE EQUALIZER & ALBO* - Equalizador de Linha e ALBO

O equalizador de linha e o ALBO são circuitos que geralmente encontram-se na seção de recepção, antes da seção que extrai o *clock* e recupera a informação transmitida.

Na verdade, estão presentes nesta seção para regenerar, a amplitude e o espectro, do sinal que será utilizado pela seção *DATA & CLOCK RECOVERY* – Dados e Recuperação do *Clock* – posteriormente.

Os objetivos dos circuitos são os mesmos, porém a forma de como alcançá-los é maneira diferente.

Também, para alcançar esses objetivos, exigi-se uma sinergia dos dois efeitos.

LINE EQUALIZER – Equalizador de Linha

O equalizador de linha é um filtro passivo do tipo passa-faixa singular, montado a partir de vários componentes passivos e reativos.

Seu comportamento é estável e independente do tipo de sinal que chega a sua entrada; além disso, equaliza o próprio sinal.

A freqüência no centro da faixa foi escolhida para regenerar o conteúdo energético do sinal na faixa espectral onde o sinal foi atenuado pelo efeito filtrante da linha de transmissão.

ALBO

O ALBO (*Automatic Line Buildout* – Construtor Automático de Linha) foi construído a partir de um circuito ativo que executa a reconstrução dinâmica do sinal de entrada.

Contém um equalizador e um amplificador de ganho variável que, em função da amplitude do sinal de entrada, varia o ganho para manter um sinal de saída equalizada e de amplitude constante.

Desta forma, será fornecida à entrada do etapa de recuperação do *clock* e dos dados um sinal com espectro reconstituído e amplitude constante, independente do fator de atenuação e da distorção introduzido pela linha de transmissão.

9A5.1.3 – Interferência de Inter-símbolo

A interferência de intersímbolo é um fenômeno que pode ou não ocorrer dependendo das características do canal de transmissão.

Por exemplo, suponha utilizar um sinal digital que passa através de uma determinada linha de transmissão (FIG. 9A5.2a).

O efeito da passagem do sinal pela linha de transmissão é o arredondamento das bordas e a atenuação do sinal (FIG. 9A5.2b).

Por conseguinte, no pior caso, é possível verificar uma sobreposição dos dados recebidos (FIG. 9A5.2c) o que impossibilita discriminar corretamente os dados transmitidos (FIG. 9A5.2d).

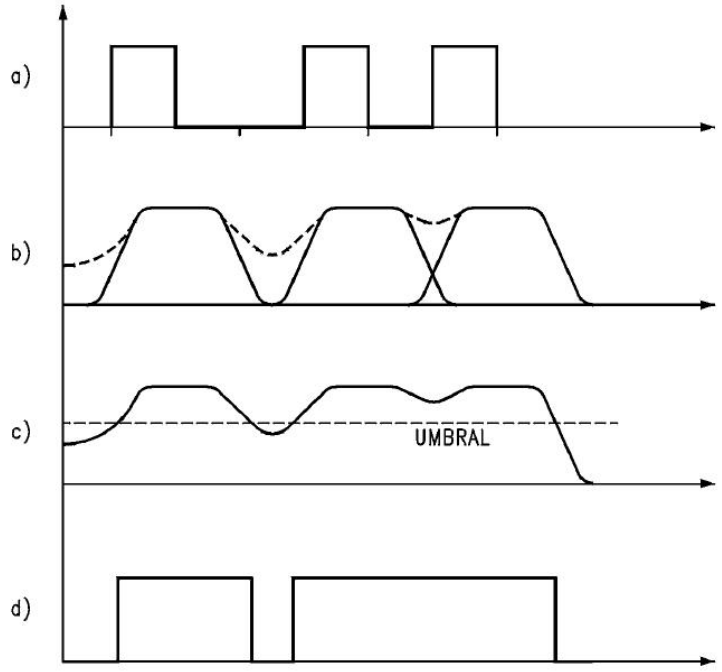


Figura 9A5.2 – Interferência de intersímbolo (I.I.): a) Sinal transmitido, b) Sinal recebido (pouca I.I.), c) Sinal recebido (muita I.I.) d) Sinal recebido com erros.

9A5.1.4 – Diagrama do Olho

O diagrama do olho é um método simples, rápido e intuitivo para avaliar, na recepção, a presença de ruído em um sinal digital e, por conseguinte, a interferência de intersímbolo.

É necessário introduzir um sinal e ajustar o osciloscópio de modo que se possa observar na tela uma repetição contínua dos bits que assumem a forma de um olho (FIG. 9A5.3).

Quando o olho está aberto e limpo (FIG. 9A5.3a), o sinal não apresenta ruído e a transmissão ocorre sem erros (interferência de intersímbolos nula).

Se o olho se restringe e tende a fechar indica a presença da interferência de intersímbolo (FIG. 9A5.3b).

Caso contrário, se o olho não se fecha, mas o sinal está sujo, então o ruído sobrepõe ao sinal. (FIG. 9A5.3c).

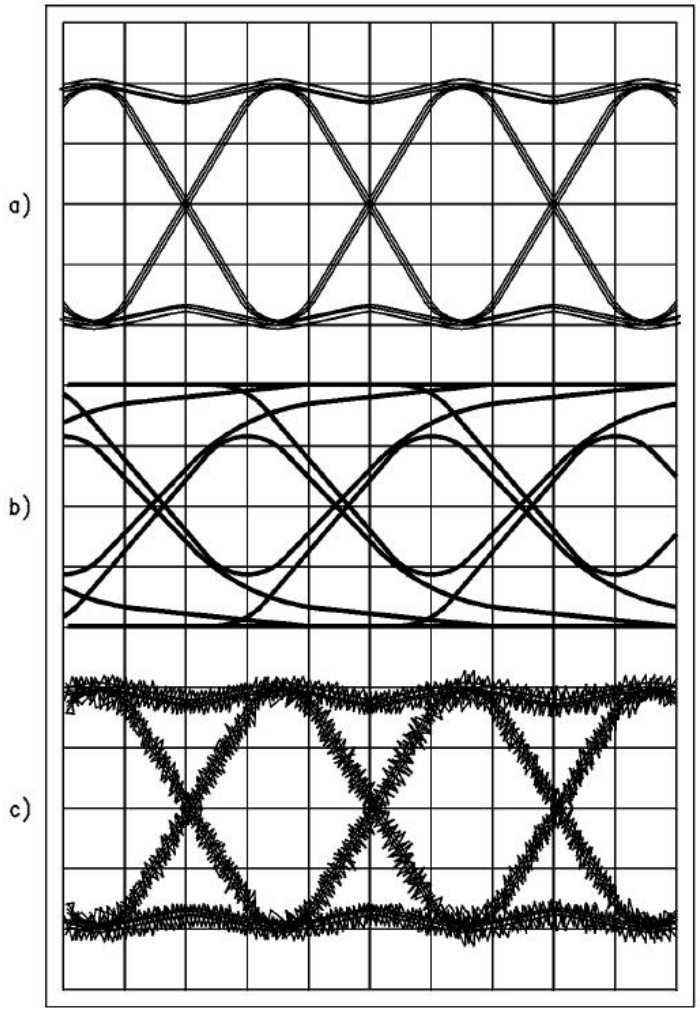


Figura 9A5.3 – Diagrama do olho: a) I.I. nula,

b) I.I. presente, c) Presença de ruído.

9A5.2 – Exercícios

UTT5 – Desconecte todos os *jumpers* e posicione todas as chaves *dip-switch* em *OFF*

FIP – Entre com o código da lição: 9A4

Respondas às questões que se encontram no desenvolvimento deste exercício.

- Antes de executar as atividades propostas, faça as conexões corretas para alimentar o Cartão de Prática (+12V, -12V e terra), em seguida, alimente o Cartão UTT5.

9A5.2.1 – Simulador de Canal e ALBO

- Ajuste o circuito para operar com a entrada de dados a 320 kb/s (dados gerados internamente pelo *TEST PATTERN* – Padrão de Teste), de acordo com a seguinte tabela:

CHAVE	SELEÇÃO	FUNCIONAMENTO
SW1-2	ON	Fluxo a 320 kb/s
SW1-6	ON	Dados 0 / 1
SW4	AMI / HDB3	Coder AMI / HDB3
SW5	HDB3	Codificação HDB3

- Ajustar o *CHANNEL SIMULATOR* – Simulador de Canal – para as seguintes condições iniciais:

JUMPER J1 – *Jumper* J1	Inserido
FILTER – Filtro	160 kHz
ATTENATOR – Atenuador	Mínimo
NOISE GENERATOR – Gerador de ruído	Mínimo

- Com o osciloscópio, utilizando como fonte de sincronismo o sinal obtido no TP27 (TSt0, sinal de sincronismo relativo ao sinal de sincronismo contido na trama), observar as seguintes formas de onda:
  - TP24: (sinal PCM codificado na entrada do Simulador de Canal);
  - TP25: (sinal de saída do Simulador de Canal);
  - TP26: (sinal de saída do bloco *LINE EQUALIZER & ALBO*);
  - Observar como uma forma de onda periódica facilita a sincronização do osciloscópio;
- Observar como o efeito do bloco *LINE EQUALIZER & ALBO* melhora, consideravelmente, as características do sinal.

Q1 – Aumente a atenuação para o valor máximo possível. A partir daí o que se observa?

Grupo
A B

1 4 A amplitude do sinal é recuperada pelo *ALBO* até um determinado ponto, então o sistema entra em saturação, por excesso de ganho e, por conseguinte, atenua o sinal.

2 3 A amplitude do sinal é recuperada pelo *ALBO* até um determinado ponto, então o sistema não pode mais recuperar a atenuação introduzida e, por conseguinte, o sinal atenua-se.

3 2 O *ALBO* recupera o sinal até a intervenção da saturação dos componentes reativos do *LINE EQUALIZER* – Equalizador de Linha. A partir deste ponto o sinal apresenta-se distorcido, mas os filtros eliminam esta distorção e o resultado é uma atenuação do sinal.

4 1 O *ALBO* recupera o sinal até um determinado ponto e depois pára a fim de não introduzir um ruído muito grande pela excessiva amplificação. O resultado é uma redução do sinal.

- Aumente nível do ruído introduzido pelo *NOISE GENERATOR* – Gerador de Ruído – e observe a influência deste sobre a forma de onda, que deve variar muito.

Q2 – Ajuste o filtro de canal para 320 kHz e observe que a forma de onda é mais precisa. Pode-se afirmar que:

Grupo
A B

1 3 Agora a freqüência do filtro é igual à velocidade de transmissão: verificam-se as condições idéias de funcionamento.

2 2 Não se tem interferência de intersímbolo.

3 1 Foram modificadas as condições da linha: não é possível fazer comparações.

4 4 Amplia-se a banda.

Q3 – Ajustar o filtro de canal para 80 kHz e observar que a forma de onda está mais arredondada. Pode-se afirma que:

Grupo **A**	**B**	
1	2	Existe a presença da interferência de intersímbolo.
2	1	Existe o efeito do alargamento da linha.
3	4	Existe o efeito do estreitamento da linha.
4	3	Está normal e não está presente a interferência de intersímbolo.

Q4 – Qual a função do circuito de Equalização de Linha com *ALBO*?

Grupo A	B	
1	2	Eliminar o ruído introduzido pela linha.
2	1	Recuperar o nível do sinal para retorná-lo a um valor aceitável pela seção de entrada do receptor.
3	4	Modelar o espectro do sinal para eliminar os efeitos introduzidos pela linha.
4	3	Amplificar o sinal.

Q5 – Qual a exata descrição do circuito ALBO?

Grupo A	B	
1	4	*Automatic Line Buildout* – Construtor Automático de Linha.
3	1	*Automatic Line Broadcast Object* – Difusor Automático de Linha.
2	2	*Automatized Line Blockout* – Bloqueador Automático de Linha.
4	3	*Amplifier Line Broadband Output* – Amplificador de Linha de Faixa Larga.

9A5.2.2 – Diagrama do Olho

- Ajuste o circuito para operar com a entrada de dados a 320 kb/s e uma sequência pseudo-aleatória, de acordo com a seguinte tabela:

CHAVE	SELEÇÃO	FUNCIONAMENTO
SW1-2	ON	Fluxo a 320 kb/s
SW1-8	ON	Dados *SEQUENCE* – Sequência
SW4	AMI / HDB3	*Coder* AMI / HDb3
SW5	HDB3	Codificação HDB3

- Ajustar o CHANNEL SIMULATOR – Simulador de Canal – da seguinte maneira:

JUMPER J1	Fechado
JUMPER J2	Fechado
FILTER – filtro	160 kHz
ATTENUATOR – Atenuador	Mínimo
NOISE GENERATOR – Gerador de Ruído	Mínimo

- Com o osciloscópio ajustado para 0,2 V/DIV e 0,5 µs/DIV, fonte de sincronismo TP27, observar as seguintes formas de onda:
  - TP26: (sinal de saída do bloco *LINE EQUALIZER & ALBO*);
- Observar o diagrama do olho;
- Variar o nível da atenuação, a freqüência de corte e a quantidade de ruído introduzido na linha de transmissão, então, verificar o efeito sobre o diagrama do olho.

Q6 – O que indica o diagrama do olho?

Grupo A	B	
1	4	O ruído introduzido pela linha de transmissão no sinal.
4	2	A atenuação introduzida pela linha de transmissão sobre o sinal.
3	3	A visualização do sinal recebido.
4	1	A quantidade de sinal recebido.

Q7 – Que tipo de figura o diagrama do olho deve apresentar?

Grupo A	B	
1	4	Uma forma aberta e nítida.
2	2	Um anel perfeitamente circular.
3	3	Uma forma oval e nítida.
4	1	Uma forma de olho simétrico com tendência ao achatamento.

FIP – Pressione a tecla INS.

Q8 – A linha de transmissão apresenta-se com uma avaria. Verificar o funcionamento controlado das seções de codificação e simulação da linha. De que depende este defeito.

Grupo **A**	**B**	
1	2	Da seção de entrada não inversora do *BIPOLAR LINE DRIVER – Driver* de Linha Bipolar
4	1	Da seção de entrada do Simulador de Canal.
2	3	Do Simulador de Canal que está curtocircuitado na seção final.
3	4	Do bloco *LINE EQUALIZER & ELBO* – Equalizador de Linha e *ELBO*.

FIP – Pressione a tecla INS.

Q9 – A transmissão está defeituosa. Verificar o funcionamento utilizando uma fonte digital. De que depende este defeito?

Grupo **A**	**B**	
1	2	Da seção de saída do *HDB3 CODER* – Codificador HDB3.
2	3	Da seção de entrada do Simulador de Canal.
4	1	Da seção de saído do *BIPOLAR LINE DRIVER – Driver* de Linha Bipolar.
3	4	Da seção de entrada não inversora do *BIPOLAR LINE DRIVER – Driver* de Linha Bipolar.

Lição 9A6: Recuperação do *Clock* e dos Dados: Decodificador de linha

Objetivos:

- Descrever e analisar o efeito do canal de transmissão sobre o sinal transmitido com relação as suas características;
- Descrever como o Equalizador de Linha e o ALBO recuperam as características do sinal antes de deixar a linha de transmissão.

Equipamento Necessário:

- Unidade base para o sistema MSU (mod. EP4 fonte de energia, cartão proprietário, mod. FIP – Unidade de controle e de inserção de defeitos);
- UTT51 – Cartão de prática;
- Osciloscópio.

9A6.1 – Descrição

Para analisar o efeito da linha de transmissão sobre o sinal transmitido utiliza-se sinais digitais gerados pelo *TEST PATTERN* – Padrão de teste – visto que eles são periódicos e, por conseguinte, estáveis, facilitando a sincronização do osciloscópio.

9A6.1.1 – Recuperação do *Clock* e dos Dados (*DATA & CLOCK RECOVERY*)

Este bloco recupera os dados transmitidos e o *Clock* da transmissão.

O *Clock* da transmissão nos circuitos de transmissão foi adicionado ao próprio sinal de transmissão: é parte constituinte do sinal, sendo assim, fundamental a capacidade do circuito de recepção em poder recuperar tais informações.

CLOCK REC – Recuperação do *Clock*

Esta seção recupera o *Clock* do sinal recebido da linha de transmissão e o fornece aos blocos CMI e AMI.

O *Clock* extraído é importante para a recuperação correta dos dados com a temporalização correta.

Extraem-se um sinal de *Clock* e o sinal barrado (negado).

Para o CMI extrai-se um *Clock* de 640 kHz enquanto que para o AMI o *Clock* é de 320 kHz.

CMI

Esta seção do circuito recupera os dados que serão decodificados, ou seja a informação transmitida.

O sinal CMI recuperado apresenta os níveis lógicos normais (0, +5V) necessários para um processamento digital de decodificação correto.

AMI

Esta seção recupera os dados que serão decodificados, ou seja, a informação transmitida.

Os sinais recuperados OUT+ e OUT- apresentam os níveis lógicos normais (0, +5V) necessários para um processamento digital de decodificação correto.

9A6.1.2 – Decodificador de Linha (*CMI*, *AMI/HDB3 Decoder*)

Este bloco decodifica o sinal que foi recuperado pelo bloco RECOVERY.

Torna-se evidente a necessidade de utilizar um decodificador que utilize a mesma lei de codificação utilizada na transmissão.

***CMI DECODER* – Decodificador CMI**

Esta seção do circuito decodifica os dados recuperados de acordo com a codificação CMI.

Para decodificar corretamente a informação é preciso recuperar os dados e o *Clock*.

***AMI/HDB3 DECODER* – Decodificador AMI/HDB3**

Esta seção decodifica os dados recuperados de acordo com as codificações selecionadas AMI e HDB3.

Para decodificar corretamente a informação é preciso recuperar os dados, os mesmos dados barrados (negado) e o *Clock*.

Também, apresenta uma saída ERROR DETECTOR – Detector de Erros – que proporciona um sinal quando se detectam erros durante a decodificação.

9A5.2 – Exercícios

UTT5 – Desconecte todos os *jumpers* e posicione todas as chaves *dip-switch* em *OFF*

FIP – Entre com o código da lição: 9A4

Respondas às questões que se encontram no desenvolvimento deste exercício.

- Antes de executar as atividades propostas, faça as conexões corretas para alimentar o Cartão de Prática (+12V, -12V e terra), em seguida, alimente o Cartão UTT5.

9A6.2.1 – Recuperação do *Clock* e dos Dados

- Ajustar o circuito para operar com a entrada de dados a 320 kb/s (dados gerados internamente pelo TEST PATTERN – Padrão de Teste), de acordo com a seguinte tabela:

CHAVE	SELEÇÃO	FUNCIONAMENTO
SW1-2	ON	Fluxo a 320 kb/s
SW1-6	ON	Dados 0 / 1
SW4	CMI	*Coder CMI*

- Ajustar o *CHANNEL SIMULATOR* – Simulador de Canal – com as seguintes condições iniciais:

JUMPER J1	Fechado
JUMPER J2	Fechado
FILTER - Filtro	160 kHz
ATTENUATOR – Atenuador	Mínimo
NOISE GENERATOR – Gerador de Ruído	Mínimo

- Com o osciloscópio, utilizando como fonte de sincronismo o sinal no TP27 (TSt0, sinal de sincronização correspondente ao sinal de sincronismo contido na trama), observar as seguintes formas de onda:
  - TP24 (sinal PCM codificado na entrada do Simulador de Canal);
  - TP26 (sinal de saída do bloco *LINE EQUALIZER & ALBO* – Equalizador de Linha e ALBO);
  - TP16 (sinal de dados CMI recuperado);
  - TP17 (sinal de *Clock* CMI recuperado);
- Observar como uma forma de onda periódica permite uma sincronização fácil do osciloscópio;
- Observar como o efeito do bloco *LINE EQUALIZER & ALBO* – Equalizador de Linha e ALBO – melhora, consideravelmente, as características do sinal;

Q1 – Observar o sinal dos dados CMI recuperado (TP16) em relação ao sinal presente em TP26. Que característica o sinal recuperado apresenta?

Grupo **A**	**B**	
1	4	Está defasado em meio período.
2	3	Está com a fase invertida.
3	2	Está defasado, mas é importante que tenha sido recuperado o nível lógico necessário para a posterior decodificação.
4	1	Foi decodificado o sinal CMI.

Q2 – Observar o sinal de dados CMI recuperado (TP16) quando se aumentam o ruído e a atenuação. O que se verifica?

Grupo **A**	**B**	
1	3	Uma atenuação.
2	4	Uma defasagem.
3	1	A perda de sincronismo.
4	2	A inversão de fase.

Q3 – Ajustar a atenuação e o ruído na condição limite para a recuperação do sinal; então, reduzir a banda disponível. O que se verifica em TP16?

Grupo **A**	**B**	
1	3	Perde-se a recuperação dos dados.
2	4	Aumenta a atenuação.
3	1	Aumenta a defasagem.
4	2	Aumenta a defasagem e a atenuação.

9A6.2.2 – Decodificador dos Dados

- Ajustar o circuito para operar com a entrada de dados a 320 kb/s de acordo com a seguinte tabela:

CHAVE	SELEÇÃO	FUNCIONAMENTO
SW1-2	ON	Fluxo a 320 kb/s
SW1-5	ON	Dados "1"
SW4	AMI / HDB3	*Coder AMI / HDB3*
SW5	AMI	*Coder AMI*
SW6	AMI	*Decoder AMI*

- Ajustar o CHANNEL SIMULATOR – Simulador de Canal – para as seguintes especificações:

JUMPER J1	Fechado
JUMPER J2	Fechado
FILTER - Filtro	160 kHz
ATTENUATOR – Atenuador	Mínimo
NOISE GENERATOR – Gerador de Ruído	Mínimo

- Com o osciloscópio, utilizando como sincronismo o sinal obtido em TP27, observar:
  - TP14 (sinal MIC na entrada do Codificador);
  - TP26 (sinal de saída do bloco LINE EQUALIZER & ALBO – Equalizador de linha e ALBO);
  - TP15 (sinal MIC na saída do Decodificador);

Q4 – Ajustar apenas a decodificação de HDB3 para AMI (SW6). O que se observa em TP15?

Grupo **A**	**B**	
1	4	O sinal é o mesmo, como previsto.
2	1	O sinal não apresenta erros de decodificação se um *bit* de violação for introduzido.
3	2	Não é possível identificar com o osciloscópio o *bit* de erro introduzido pela nova decodificação.
4	3	O decodificador introduziu violações no quarto *bit* que compensa o erro introduzido.

Q5 – Inverter a codificação (SW5 para HDB3) e as decodificações (SW6 para A-MI). O que se verifica em TP15?

Grupo **A**	**B**	
1	1	O sinal é o mesmo, como previsto.
2	3	O sinal não apresenta erros de decodificação se um *bit* de violação for introduzido.
3	2	Não é possível identificar com o osciloscópio o *bit* de erro introduzido pela nova decodificação.
4	4	O decodificador introduziu violações no quarto *bit* que compensa o erro introduzido.

Q6 – Porque se verificam os fenômenos descritos nas duas perguntas anteriores?

Grupo **A**	**B**	
1	2	Porque o decodificador HDB3 opera apenas no quarto *bit* "0" e não se o *bit* for um "1" como neste caso.
2	3	Porque os dois codificadores utilizam o mesmo decodificador.
3	4	Porque está presente uma sequência de quatro *bits* iguais a "1".
4	1	Porque não está presente uma sequência de quatro *bits* iguais a "0".

- Modificar o circuito da seguinte forma:

CHAVE	SELEÇÃO	FUNCIONAMENTO
SW1-5	ON	Dados "1"
SW1-7	ON	Dados "4x0 / 4x1"
SW5	AMI	*Coder AMI*
SW6	AMI	*Decoder AMI*

- Observar as formas de ondas nos pontos de medidas definidos anteriormente, ou seja: TP14, TP26, TP15.

Q7 – Ajustar apenas a decodificação de AMI para HDB3 (SW5). Porque o sinal no TP15 não muda?

Grupo
A B

1 2 Porque os decodificadores HDB3 e AMI são iguais.

2 3 Porque o codificador AMI não introduz violações.

3 4 É um caso particular devido ao tipo de dado, visto que o codificador AMI introduz violações compensadas pela decodificação HDB3.

4 1 O decodificador HDB3 compensa a violação que o codificador AMI introduziu.

Q8 – Inverta a codificação (SW5 em HDB3) e a decodificação (SW6 em AMI). O que se observa no TP15 e por quê?

Grupo **A**	**B**	
1	2	O decodificador introduz um erro porque introduz uma violação no quarto "0".
2	1	O sinal não é o mesmo, uma vez que a codificação introduziu uma violação.
3	4	O sinal não é o mesmo porque a codificação introduziu uma violação no quarto *bit* "1".
4	3	O sinal não é o mesmo porque a decodificação não introduz a violação correta no quarto "0".

- Observe agora o sinal no TP21 (ERROR DETECTOR – Detector de Erro) no qual aparece o bit de erro que nas questões anteriores não se observava.

FIP – Pressione a tecla INS.

Q9 – Uma falha ocorre na transmissão. Realizar uma verificação completa no funcionamento. Recomenda-se utilizar uma fonte de sinal digital, por exemplo, ajustar 320 kb/s e Dados "4x0 / 4x1". De que depende esta falha?

Grupo **A**	**B**	
3	2	Da seção AMI do *CODER AMI / HDB3*.
1	3	Da seção AMI do *DECODER AMI / HDB3*.
2	4	Da seção HDB3 do *DECODER AMI / HDB3*
4	1	Da seção AMI do *DATA & CLOCK RECOVERY*.

FIP – Pressione a tecla INS.

Q10 – Uma falha foi verificada na transmissão. Verificar de forma completa o funcionamento do circuito. Recomenda-se utilizar uma fonte de sinal digital, por exemplo, ajustar para 320 kb/s e Dados *Sequence* ou "4x0 / 4x1". De que depende esta falha?

Grupo **A**	**B**	
3	1	Da seção AMI do *DECODER AMI / HDB3*.
1	3	Da seção HDB3 do *DECODER AMI / HDB3*.
2	4	Da seção HDB3 do *CODER AMI / HDB3*
4	2	Da seção AMI do *DATA & CLOCK RECOVERY*.

FIP – Pressione a tecla INS.

Q11 – Uma falha foi verificada na transmissão. Verificar de forma completa o funcionamento do circuito. Recomenda-se utilizar uma fonte de sinal digital, por exemplo, ajustar para 320 kb/s e Dados *Sequence* ou "4x0 / 4x1". De que depende esta falha/

Grupo **A**	**B**	
1	2	Da seção CMI do *DATA & CLOCK RECOVERY*.
2	3	Da seção *CLOCK REC*. do *DATA & CLOCK RECOVERY*.
3	4	Da seção CMI do *DECODER CMI*.
4	1	Da seção CMI do *CODER CMI*.

Lição 9A7: Sistema de Comunicação: Sinais Analógicos

Objetivos:

- Descrever e verificar a transmissão de sinais analógicos (áudio) entre dois usuários mediante um sistema de comunicação digital (MPX-PCM);
- Realizar uma comunicação no modo *simplex* entre dois usuários;
- Realizar uma comunicação no modo *duplex* entre dois usuários;

Equipamento Necessário:

- Unidade base para o sistema MSU (mod. EP4 fonte de energia, cartão proprietário, mod. FIP – Unidade de controle e de inserção de defeitos);
- UTT5 – Cartão de prática;
- Osciloscópio.

9A7.1 – Descrição

Para realizar esta experiência utilizam-se dois geradores de sinais (*SOURCES* – Fontes) que proporcionam os sinais de teste em audiofreqüência; além disso, realizaremos uma transmissão utilizando como fonte de sinal um microfone e o um alto-falante na recepção (transmissão de voz)

9A7.1.1 – Transmissão de Sinais Analógicos

Para realizar as experiências de transmissão de sinais analógicos utilizam-se todas as principais seções do Cartão de Prática UTT5, em particular:

***SOURCES* – Fontes**

Seção que proporciona os quatros sinais analógicos de teste nas freqüências de 0,5, 1,0, 1,6 e 2,0 kHz.

***MIC* - Microfone**

Entrada para microfone externo que introduz na linha de sinal um sinal de 500 Hz.

***CODEC* – Codificador e Decodificador**

Seção constituída por quatro *CODECs* que realizam a interface entre o mundo analógico e o mundo digital na trama multiplexada.

Todos os *CODECs* contem seções de transmissão e de recepção programáveis completamente em separado.

Desta forma será possível para um *CODEC* introduzir uma informação analógica em um *time slot* específico receber um sinal analógico inserido em outro *time slot*; por conseguinte, com a utilização de dois *CODECs* pode-se realizar uma transmissão real no modo *full-duplex*.

***CODER* - Codificador**

Seção que contem os codificadores de transmissão.

***LINE INTERFACE* – Interface de Linha**

Seção que contem o Simulador de Canal da transmissão, com controle sobre a atenuação, a banda passante e o nível de ruído inserido na linha de transmissão.

Seção de Recepção

Seção que contem todos os requisitos para a interface de recepção: *LINE EQUALIZER & ALBO* – Equalizador de linha e ALBO, *DATA & CLOCK RECOVERY* - Recuperação dos Dados e *Clock*, *DECODER* – Decodificador.

9A7.1.2 – Transmissão *Simplex*

A transmissão *simplex* em um tipo de comunicação na qual a comunicação se faz em uma única direção; por exemplo, veja a FiG 9A7.1. Se **A** e **B** são dois usuários finais na transmissão, a transferência de informação ocorrerá apenas do usuário **A** para o **B**. O usuário **A** apenas transmite enquanto que o usuário **B** apenas recebe.

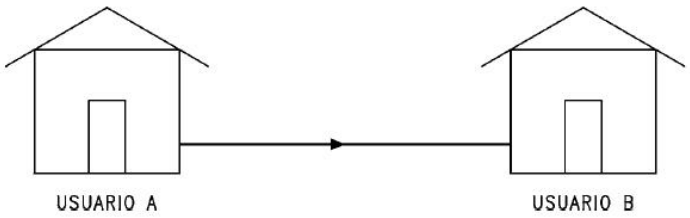


Figura 9A7.1 – Transmissão *simplex*.

Realizará a transmissão de um sinal (tom) de 500 Hz entre os dois usuários, supondo que o usuário de transmissão utilize o *CODEC 4* para inserir a informação no canal TS3 da trama.

O usuários da recepção utilizará o *CODEC 2* para extrair a informação no canal TS3 da trama recebida.

Veja a FIG. 9A7.2 para os detalhes da comunicação:

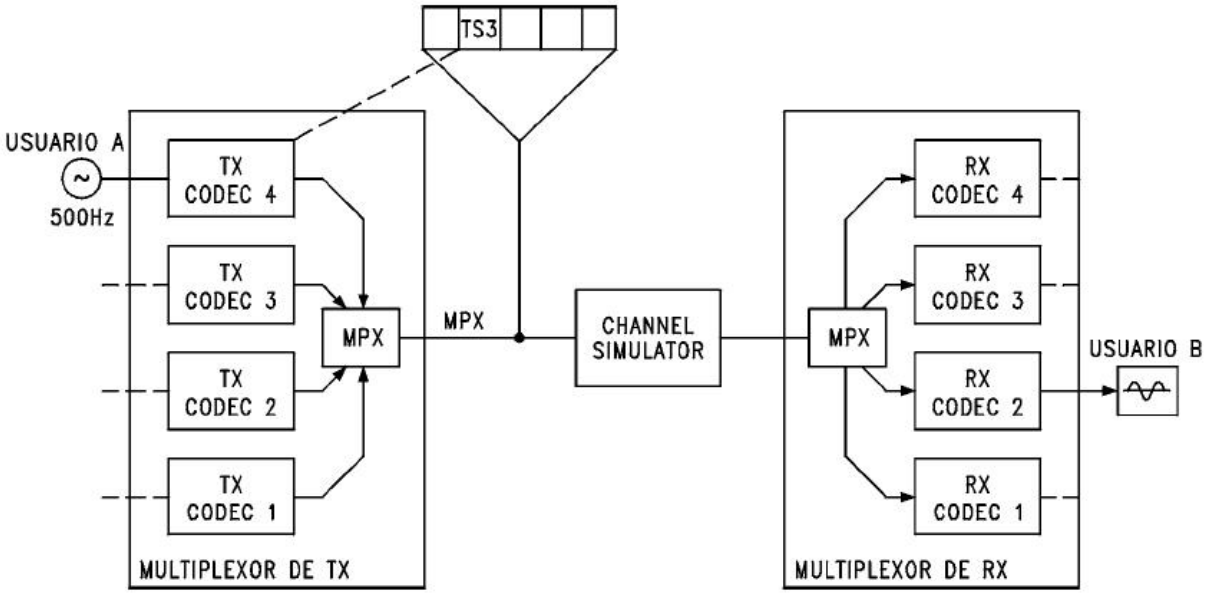


Figura 9A7.2 – Transmissão *simplex* entre dois usuários.

9A7.1.3– Transmissão *Duplex*

A transmissão *duplex* é um tipo de comunicação na qual a comunicação ocorre em ambas às direções; por exemplo, veja a FIG. 9A7.3. Se **A** e **B** são dois usuários finais da transmissão, teremos uma transferência de informações entre os dois usuários **A** e **B**.

Tanto o usuário **A** quanto o **B** poderão transmitir e receber simultaneamente.

Obviamente deverão utilizar dois canais de transmissão diferentes; na verdade, se chama de transmissão *duplex* de duas vias.

Neste exercício utilizaremos apenas um Cartão de Prática, assim se utilizará apenas o fluxo PCM-MPX disponível tanto para a transmissão como para a recepção em ambos os sentidos; em particular, se transmitirá as duas informações analógicas presentes no mesmo fluxo de dados PCM-MPX, em dois *time slots* diferentes.

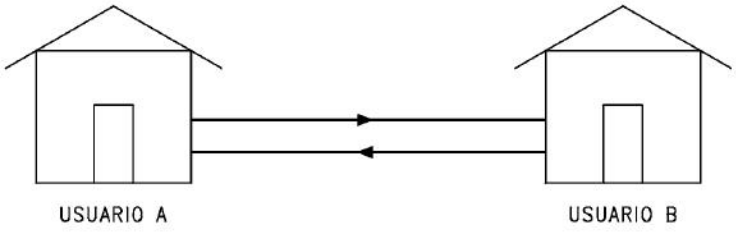


Figura 9A7.3 – Transmissão *duplex*.

Realizaremos uma comunicação duplex simulada com uma única trama entre os usuários.

Um usuário utilizará o *CODEC 4* para transmitir um tom de 500 Hz no canal TS2 e será recebido no canal TS4.

O outro usuário utilizará o *CODEC 2* para transmitir um tom de 1,6 kHz no canal TS4 e receberá no TS2.

Veja a FIG 9A7.4 que apresenta os detalhes da comunicação.

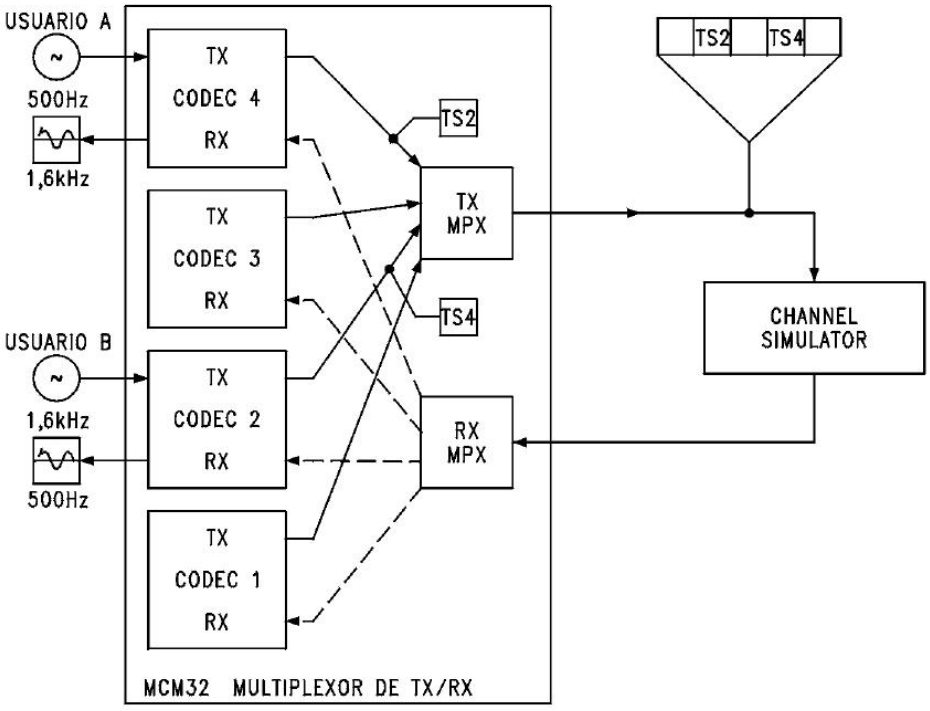


Figura 9A7.4 – Transmissão *Duplex* entre dois usuários.

9A7.2 – Exercícios

UTT5 – Desconecte todos os *jumpers* e posicione todas as chaves *dip-switch* em *OFF*

FIP – Entre com o código da lição: 9A4

Respondas às questões que se encontram no desenvolvimento deste exercício.

- Antes de executar as atividades propostas, faça as conexões corretas para alimentar o Cartão de Prática (+12V, -12V e terra), em seguida, alimente o Cartão UTT5.

9A7.2.1 – Transmissão *Simplex*

- Ajustar o circuito para operar com uma entrada de dados da fonte de áudio inserida no *time slot 3*, utilizando os *CODEC 2* e *4*, de acordo com a seguinte tabela:

CODEC	SEÇÃO	DIP-SW	SELEÇÃO
4	TX	3	ON
2	RX	3	ON

CHAVE	SELEÇÃO	FUNCIONAMENTO
SW4	CMI	*Coder* CMI

- Ajustar o gerador de tom a 500 Hz para obter um sinal de amplitude de 1,0 Vpp em TP1.

- Ajustar o *CHANNEL SIMULATOR* – Simulador de Canal – para as seguintes condições iniciais:

JUMPER J1	Fechado
JUMPER J2	Fechado
FILTER - Filtro	160 kHz
ATTENUATOR – Atenuador	Mínimo
NOISE GENERATOR – Gerador de Ruído	Mínimo

- Verificar o iluminamento correto dos *LEDs*;

- Conectar a saída *OUT* do TP6 com a entrada do alto-falante amplificado *IN* (TP9) e ajustar o volume.

- Com o osciloscópio, utilizando como fonte de sincronismo o sinal obtido no TP27, verificar as seguintes formas de onda:

- TP1 (sinal de entrada de áudio a 500 Hz);
- TP14 (sinal MPX de transmissão);
- TP24 (sinal transmitido na linha);
- TP25 (sinal recebido na saída da linha de transmissão);
- TP26 (sinal regenerado pelo equalizador e o ALBO);
- TP15 (sinal MPX de recepção);
- TP6 (sinal de saída de áudio a 500 Hz);

- Observar a transmissão *simplex* correta: o tom de 500 Hz transmitido no canal TS3 será ouvido no auto-falante;
- Introduzir um nível de ruído e atenuação até escutar um zumbido junto ao tom recebido.

Q1 – Modificar a Lei de codificação e decodificação de CMI para HDB3 e, posteriormente, AMI. O que se pode deduzir?

Grupo **A**	**B**	
1	4	Nenhuma codificação é imune.
2	3	A codificação CMI é a mais imune das três utilizadas.
3	2	As codificações AMI / HDB3 são iguais e mais imunes que a CMI.
4	1	Depende do nível do sinal de entrada.

Q2 – Como é possível escutar o tom de recepção apenas na saída TP4 do *CODEC 3*?

Grupo **A**	**B**	
1	4	Selecionando ***OFF*** na chave DIP-SW 3 da seção RX do *CODEC 2* e selecionando ***ON*** na chave DIP-SW 3 da seção RX do *CODEC 3*.
2	3	Selecionando ***ON*** na chave DIP-SW 3 da seção RX do *CODEC 3*.
3	2	Selecionando ***ON*** na chave DIP-SW 3 da seção TX do *CODEC 3* e selecionando ***OFF*** na chave DIP-SW 3 da seção RX do *CODEC 3*.
4	1	Selecionando ***OFF*** na chave DIP-SW 3 da seção TX do *CODEC 4* e selecionando ***ON*** na chave DIP-SW 3 da seção RX do *CODEC 4*.

Q3 – É possível transmitir e escutar com o mesmo *CODEC 4*?

Grupo **A**	**B**	
1	4	Não.
2	3	Sim, selecionando ***ON*** na chave DIP-SW 3 da seção RX do *CODEC 4*.
3	2	Sim, selecionando ***OFF*** na chave DIP-SW 3 da seção RX do *CODEC 3* e selecionando ***ON*** na chave DIP-SW 3 da seção RX do *CODEC 3*.
4	1	Sim, selecionando ***ON*** na chave DIP-SW 3 da seção RX do *CODEC 3* e selecionando ***OFF*** na chave DIP-SW 3 da seção RX do *CODEC 3*.

9A7.2.2 – Transmissão utilizando um microfone

- Desfazer os ajustes anteriores;
- Ajustar o circuito para operar com uma entrada a partir de um microfone e escutar através de um alto-falante, inserindo a informação no *time slot 3* e utilizando os *CODECs 2 3 4*, de acordo com a seguinte tabela:

CODEC	SEÇÃO	DIP-SW	SELEÇÃO
4	TX	3	ON
2	RX	3	ON

CHAVE	SELEÇÃO	FUNCIONAMENTO
SW4	CMI	*Coder CMI*

- Ajustar o nível da fonte de 500 Hz para a posição de mínimo sinal;
- Ajustar o *CHANNEL SIMULATOR* – Simulador de Canal – para as seguintes condições iniciais:

JUMPER J1	Fechado
JUMPER J2	Fechado
FILTER - Filtro	160 kHz
ATTENUATOR – Atenuador	Mínimo
NOISE GENERATOR – Gerador de Ruído	Mínimo

- Observar o iluminamento correto dos *LEDs*;
- Conectar a saída *OUT* em TP6 com a entrada do amplificador com ato-falante *IN* (TP9) e regular o volume a um nível aceitável para ouvir;

- Com o osciloscópio, utilizando como fonte de sincronismo o sinal em TP27, verificar as seguintes formas de onda:
  - TP1 (sinal de entrada de áudio do microfone);
  - TP14 (sinal MPX de transmissão);
  - TP24 (sinal recebido na saída da linha de transmissão);
  - TP26 (sinal regenerado pelo equalizador e o ALBO);
  - TP15 (sinal MPX de recepção);
  - TP6 (sinal de saída de áudio);
- Observar a transmissão *simplex* correta: o sinal de voz vindo do microfone será transmitido no canal TS3 e será ouvido por meio do alto-falante;
- Introduzir um nível de ruído e atenuação até ouvir um zumbido junto ao sinal recebido.

Q4 – É possível executar a mesma transmissão no *time slot 1*?

Grupo		
A	**B**	
1	2	Sim, selecionando novamente os DIP-SW adequados e observando a seleção de SW2 em *VOICE* – Voz.
2	4	Sim, selecionando os mesmos DIP-SW adequados e anulando os ajustes anteriores.
3	1	Sim, com simples modificações no circuito.
4	3	Não, mesmo com modificações no circuito.

Q5 – É possível realizar a mesma transmissão anterior inserindo também um sinal de Dados externo?

Grupo **A**	**B**	
1	4	Sim, selecionando novamente os DIP-SW e SW2.
2	3	Não, é possível inserir em TS1, de forma adequada, apenas os dados gerados internamente.
3	2	Não, porque em TS1 é possível inserir apenas um sinal de dados.
4	1	Não, porque em TS1 é possível inserir um sinal analógico ou um sinal digital.

9A7.2.3 – Transmissão *Duplex*

- Desfazer os ajustes anteriores;
- Ajustar o circuito para operar com uma entrada a partir de uma fonte de áudio, utilizando os *CODECs* 2 e 4 para funcionar nos *time slot 2* e *4*, de acordo com a seguinte tabela

CODEC	**SEÇÃO**	**DIP-SW**	**SELEÇÃO**
4	TX	2	ON
4	RX	4	ON
2	TX	4	ON
2	RX	2	ON

CHAVE	SELEÇÃO	FUNCIONAMENTO
SW2	*VOICE* - Voz	TS1 para sinal analógico
SW4	AMI /HDB3	*Coder AMI / HDB3*
SW5	HDB3	*Coder HDB3*

- Ajustar o gerador de tom em 500 Hz para uma amplitude de 1,0 Vpp (TP1);
- Ajustar o gerador de tom em 1,6 kHz para uma amplitude de 1,0 Vpp (TP5);
- Ajustar o *CHANNEL SIMULATOR* – Simulador de Canal – para as seguintes condições iniciais:

JUMPER J1	Fechado
JUMPER J2	Fechado
FILTER - Filtro	160 kHz
ATTENUATOR – Atenuador	Mínimo
NOISE GENERATOR – Gerador de Ruído	Mínimo

- Observar o iluminamento correto dos *LEDs*;
- Com o osciloscópio, utilizando como fonte de sincronismo o sinal em TP27, verificar as seguintes formas de onda:
  - TP1 (sinal de entrada de áudio em 500 Hz);
  - TP5 (sinal de entrada de áudio em 1,6 kHz);
  - TP14 (sinal MPX de transmissão);
  - TP24 (sinal transmitido na linha de transmissão);
  - TP25 (sinal recebido na saída da linha de transmissão);

- TP26 (sinal regenerado pelo equalizador e o ALBO);
- TP15 (sinal MPX de recepção);
- TP2 (sinal de saída de áudio a 1,6 kHz);
- TP6 (sinal de saída de áudio a 500 Hz);

- Conectar a entrada do amplificador com saída no alto-falante *IN* (TP9) na saída *OUT* de TP2 ou em TP6 e regular o nível do volume;
- Observar a transmissão duplex correta: o tom de 500 Hz transmitido no canal TS2 se ouve na saída do *CODEC* onde entra o tom de 1,6 kHz transmitido no canal TS4 e vice-versa;
- Introduzir um nível de ruído e de atenuação até ouvir um zumbido junto com o tom recebido;
- Trocar a banda passante da linha de transmissão observando se melhora ou piora. Depois retomar a condição inicial.

Q6 – Trocar a Lei de codificação e decodificação de HDB3 para CMI (SW4). O que se deve fazer para restabelecer a recepção correta e o que se pode deduzir?

Grupo **A**	**B**	
1	2	É preciso reduzir a atenuação ou o ruído para reduzir o zumbido; as codificações não são imunes à atenuação e ao ruído.
2	3	É preciso reduzir a atenuação porque a codificação CMI, em relação a HDB3, necessita de um sinal maior.

3 4 É preciso aumentar a banda passante para a codificação CMI, em relação a HDB3, necessita uma faixa passante maior do canal de transmissão.

4 1 É preciso aumentar o nível do tom de entrada, para aumentar a relação sinal/ruído que se degradou por causa da linha de transmissão.

Q7 – Se for possível, como implementar um sistema de comunicação *duplex* com dois usuários utilizando este Cartão de Prática?

Grupo
A B

1 4 Sim, é possível. Utiliza-se o *CODEC 3* ajustado para transmitir no canal TS1 e receber no canal TS3 e o *CODEC 1* ajustado para transmitir no canal TS3 e receber no TS1.

2 1 Não, é possível. Seria necessária a utilização de dois Cartões de Prática UTT5.

3 2 Sim, é possível. Utiliza-se o *CODEC 2* ajustado para transmitir no canal TS1 e receber no canal TS3 e o *CODEC 4* ajustado para transmitir no canal TS3 e receber no TS1.

4 3 Sim, é possível. Utiliza-se o *CODEC 3* ajustado para transmitir e receber no canal TS1 e o *CODEC 1* ajustado para transmitir e receber no canal TS3.

Q8 – Quantos canais TX são necessários para uma transmissão *duplex* de duas vias?

Grupo **A**	**B**	
1	2	Um único canal de banda adequada.
2	3	Depende do número de canais que se deseja transmitir e da largura de faixa de cada canal.
3	4	Depende do número de canais a transmitir e da largura de faixa do meio de transmissão disponível.
4	1	Dois.

Q9 – Com o Cartão de Prática disponível, é possível realizar uma medida da Taxa de Erros durante a transmissão de sinais analógicos?

Grupo **A**	**B**	
1	2	Sim, mas é necessário reduzir o nível dos sinais analógicos para não saturar as etapas de transmissão.
2	3	Sim, mas é necessário modificar a operação dos *time slots* de transmissão, selecionando a posição *OFF* em todos os DIP-SW.
3	4	Sim, inserindo de forma adequada o sinal de teste no canal TS1.
4	1	Sim, inserindo de forma adequada o sinal de teste em um *time slot*.

FIP – Pressione a tecla INS.

Q10 – Uma falha ocorre na transmissão analógica. Fazer uma verificação completa do funcionamento do sistema. Recomenda-se utilizar uma fonte de sinal analógico. De que depende esta falha?

Grupo **A**	**B**	
1	2	Da seção de RX e extração do canal TS2 de todos os *CODECs*.
4	3	Da seção de recepção e extração de todos os *CODECs*.
3	4	Da seção de inserção e extração do canal TS2 e de todos os *CODECs*.
2	1	Da seção de inserção e TX do canal TS2 e de todos os *CODECs*.

FIP – Pressione a tecla INS.

Q11 – Uma falha ocorre na transmissão analógica. Fazer uma verificação completa do funcionamento do sistema. Recomenda-se utilizar uma fonte de sinal analógico. De que depende esta falha?

Grupo **A**	**B**	
1	2	Da seção de entrada do *CODEC 4* que está em curto-circuito.
4	3	Da seção RX e extração de todos os *CODECs*.
3	1	Da seção de inserção e do TX do *CODEC 4*.
2	4	Da seção de saída do *CODEC 4* que está em curto-circuito.

Lição 9A8: Sistema de Comunicação: Sinais Digitais

Objetivos:

- Descrever e verificar a transmissão de sinais digitais (dados) entre dois usuários mediante um sistema de comunicação digital (MPX-PCM), utilizando uma fonte interna ou uma fonte externa (gerador de sinais, computador pessoal).

Equipamento Necessário:

- Unidade base para o sistema MSU (mod. EP4 fonte de energia, cartão proprietário, mod. FIP – Unidade de controle e de inserção de defeitos);
- UTT5 – Cartão de prática;
- Osciloscópio;
- Gerador de sinais;
- Computador Pessoal com o programa *Hyper Terminal* da *Microsoft* instalado.

9A8.1 – Descrição

Para realizar está prática utiliza-se o gerador de sinais (*TEST PATTERN* – Padrão de Teste) que fornecerá os sinais *DATA* – Dados, um gerador de sinais externo e um computador pessoal.

9A8.1.1 – Transmissão de Sinais Digitais

O Cartão de Prática foi projetado como uma aplicação real da transmissão digital de sinais analógicos com um sistema *multiplex*.

Para torná-lo capaz de transmitir diretamente sinais digitais, sem a necessidade de utilizar interfaces entre o usuário do tipo analógico/digital, é possível inserir um sinal deste tipo no canal TS1. O sinal digital pode ser fornecido externo ou internamente.

TEST PATTERN – Padrão de Teste

É um gerador incorporado ao Cartão de Prática que fornece os sinais *DATA* – Dados com tipos de configurações diferentes.

Também é possível inserir a configuração de dados escolhida em todo o fluxo digital a 320 kb/s. Desta forma, não se observa a divisão em *time slot*.

Com esse gerador utilizam-se sinais síncronos com o sistema de comunicação.

TTL

É possível inserir no *Time Slot 1* sinais externos da interface *TTL* (0, +5V) por meio do conector 12.

O mesmo sinal, extraído na recepção, depois que a trama passou por todas as fases de transmissão e recepção, está disponível no conector 13 com o mesmo tipo de interface *TTL* do sinal enviado.

Será possível avaliar, com um gerador externo, a máxima velocidade de uma sucessão de "0" e "1" fornecida por esta interface.

Fica evidente que teremos sinais de entrada assíncronos com o sistema de comunicação.

RS 232

É possível inserir no *Time Slot 1* sinais externos de uma interface RS 232 por meio do conector RS 232 presente no Cartão de Prática.

O mesmo sinal, extraído na recepção depois que a trama passou por todas as fases de transmissão e recepção, está disponível no mesmo conector RS 232.

Em particular, se utilizam os sinais TD (*Transmit Data* – Dado Transmitido) e RD (*Receive Data* – Dado Recebido) presentes geralmente em uma porta serial de um computador pessoal.

Será possível avaliar mediante o emprego de um computador pessoal a máxima velocidade do fluxo digital que se pode inserir nesta interface.

Também, neste caso, como no caso anterior, se utilizam sinais de entrada assíncronos em relação ao sistema de comunicação.

Além disso, o protocolo de comunicação para os conectores RS 232 é chamado de assíncrono porque constitui de um bit de *start* – partida, uma palavra de informação, um possível *bit* de paridade e no máximo dois *bits* de *stop* – parada.

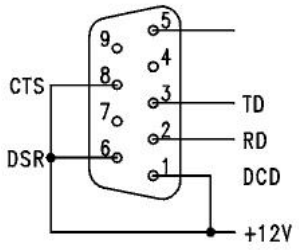


Figura 9A8.1 – Conector *RS 232*.

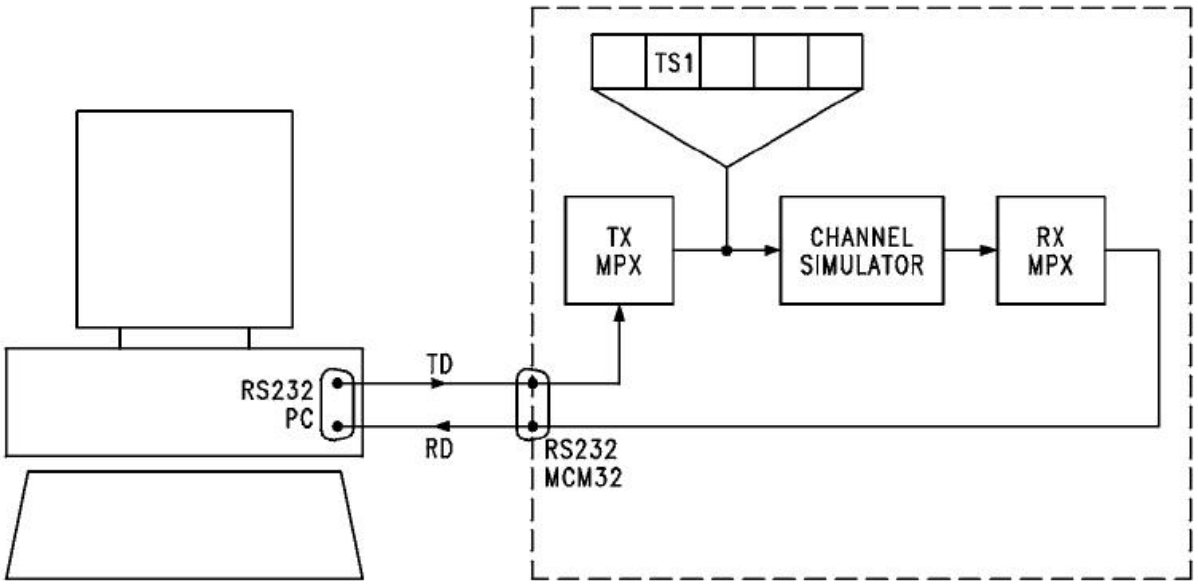


Figura 9A8.2 – Transmissão utilizando PC.

9A8.2 – Exercícios

UTT5 – Desconecte todos os *jumpers* e posicione todas as chaves *dip-switch* em *OFF.*

FIP – Entre com o código da lição: 9A8

Respondas às questões que se encontram no desenvolvimento deste exercício.

- Antes de executar as atividades propostas, faça as conexões corretas para alimentar o Cartão de Prática (+12V, -12V e terra), em seguida, alimente o Cartão UTT5.

9A8.2.1 – Transmissão utilizando o *TEST PATTERN*

- Ajustar o circuito para operar com uma fonte interna (*TEST PATTERN* – Padrão de Teste) e inserção de sinal digital no *Time Slot 1*, de acordo com a seguinte tabela:

CHAVE	SELEÇÃO	FUNCIONAMENTO
SW2	*DATA* – Dado	TS1 para sinais digitais
SW1-1	ON	Fluxo a 64 kb/s
SW1-6	ON	Dados 0 /1
SW4	CMI	*Coder CMI*

- Ajustar o *CHANNEL SIMULATOR* – Simulador de Canal – para as seguintes condições iniciais:

JUMPER J1	Fechado
JUMPER J2	Fechado
FILTER - Filtro	160 kHz
ATTENUATOR – Atenuador	Mínimo
NOISE GENERATOR – Gerador de Ruído	Mínimo

- Observar o iluminamento correto dos *LEDs*;
- Com o osciloscópio, utilizando como fonte de sincronismo o sinal do TP27, observar as seguintes formas de onda:
  - TP10 (sinal de entrada digital a 64 kb/s);
  - TP14 (sinal MPX de transmissão);
  - TP24 (sinal transmitido na linha);

- TP25 (sinal recebido na saída da linha de transmissão);
- TP26 (sinal regenerado pelo equalizador e o ALBO);
- TP15 (sinal MPX de recepção);
- TP13 (sinal de saída digital a 64 kb/s)

- Observar a inserção correta do fluxo digital na trama MPX e sua correta recepção.

Q1 – Medir a velocidade de *bit* em TP10. Qual seu valor?

Grupo		
A	**B**	
1	4	32 kHz.
2	3	32 kb/s.
3	2	64 kb/s.
4	1	64 kHz.

Q2 – Um mesmo sinal é transmitido na trama. Qual é o valor da velocidade de *bit* medida?

Grupo		
A	**B**	
1	3	320 kb/s.
2	4	320 kHz.
3	1	160 kb/s.
4	2	160 kHz.

Q3 – Modificar os dados transmitidos de "0 / 1" por '4x0 / 4x1". Qual o valor da velocidade de *bit* que se mede em TP10?

Grupo		
A	**B**	
1	2	64 kHz.
2	3	64 kb/s.
3	4	16 kb/s.
4	1	8 kb/s.

9A8.2.2 – Transmissão utilizando a Entrada *TTL*

- Anular os ajustes anteriores;
- Ajustar o circuito para operar com um fonte exterior do tipo *TTL* e inserir o sinal digital no *Time Slot 1*, de acordo com a seguinte tabela:

CHAVE	SELEÇÃO	FUNCIONAMENTO
SW2	*DATA* – Dado	TS1 para sinal digital
SW1-3	ON	Fluxo de dados externo
SW4	CMI	*Coder CMI*

- Ajustar o *CHANNEL SIMULATOR* – Simulador de Canal – com as seguintes condições iniciais:

JUMPER J1	Fechado
JUMPER J2	Fechado
FILTER - Filtro	160 kHz
ATTENUATOR – Atenuador	Mínimo
NOISE GENERATOR – Gerador de Ruído	Mínimo

- Observar o iluminamento correto dos *LEDs*;
- Com o osciloscópio, utilizando como fonte de sincronismo o sinal no TP27, observar as seguintes formas de onda, sem sinal de entrada;
  - TP11 (sinal de entrada digital TTL);
  - TP14 (sinal MPX de transmissão);
  - TP24 (sinal transmitido na linha);
  - TP25 (sinal recebido na saída da linha);
  - TP26 (sinal regenerado pelo equalizador e o ALBO);
  - TP15 (sinal MPX de recepção);
  - TP13 (sinal de saída digital TTL);

- Conectar um cabo entre a entrada 12 e o GND ou massa. Verificar os sinais presentes nos diferentes pontos de medida e controlar para que ocorra a transmissão correta do dado "0";
- Desconectar o cabo e alternando o fechamento do contato, verificar a transmissão desta variação de condição.

Q4 – Em qual das condições de repouso encontra-se a seção de entrada?

Grupo **A**	**B**	
1	4	Nível de tensão alto.
2	3	Coletor aberto.
3	2	Seguidor de emissor.
4	1	Com nível de tensão invertido.

Q5 – Qual a relação entre o sinal transmitido e o sinal inserido na trama MPX?

Grupo **A**	**B**	
1	2	Com nível de tensão invertido.
2	4	Em atraso e com o mesmo nível de tensão.
3	1	Aleatório.
4	3	Adiantado e com o mesmo nível de tensão.

- Conectar um gerador de sinais externo à entrada *TTL* e ajustar de modo a fornecer uma forma de onda quadrada, como se fosse um gerador de dados alternados "0/1", com amplitude igual a 5,0 Vpp e velocidade de *bit* igual a 1 kb/s.

Q6 – Aumentar a velocidade de *bit* e observar como varia o sinal recebido na saída. O que se pode deduzir?

Grupo **A**	**B**	
1	4	Foi realizada uma transmissão de dados assíncrona que utiliza um sistema de comunicação síncrono: aumentando a velocidade de *bit* o erro introduzido na transmissão, que é constante e visível como uma instabilidade do sinal, piora de forma contínua as características do sinal recebido tornando-o totalmente indecifrável; é preciso utilizar uma velocidade de *bit* inferior a do sistema.
2	1	Foi realizada uma transmissão de dados síncrona que utiliza um sistema de comunicação assíncrono: aumentando a velocidade de *bit* o erro introduzido na transmissão, que é constante e visível como uma instabilidade do sinal, piora de forma contínua as características do sinal recebido tornando-o totalmente indecifrável; é preciso utilizar uma velocidade de *bit* inferior a do sistema.
3	2	Tem-se um sistema de comunicação síncrono e um sinal assíncrono: está evidente que são dois conceitos incompatíveis que conduzem a introdução de erros na transmissão.
4	3	Tem-se um sistema de comunicação assíncrono e um sinal síncrono: fica evidente que são dois conceitos incompatíveis que conduzem a introdução de erros na transmissão.

- Ajustar a freqüência do gerador de sinal externo de modo que tenha uma velocidade de *bit* de 64 kb/s;

- Observar como, regulando cuidadosamente a velocidade de *bit*, é possível obter um sinal de saída perfeitamente limpo, sincronizado com o sinal de entrada e, por conseguinte, sem erros na transmissão: tem-se simulado um sinal perfeitamente síncrono com um sistema de comunicação síncrono.

9A8.2.3 – Transmissão utilizando a Entrada RS232

- Anular os ajustes anteriores

- Ajustar o circuito para operar com uma fonte externa do tipo RS 232 e inserção de sinal digital no *Time Slot 1*, de acordo com a seguinte tabela:

CHAVE	SELEÇÃO	FUNCIONAMENTO
SW2	*DATA* – Dado	TS1 para sinal digital
SW1-3	ON	Fluxo de dados externo
SW4	CMI	*Coder CMI*

- Ajustar o *CHANNEL SIMULATOR* – Simulador de Canal – para as seguintes condições iniciais:

JUMPER J1	Fechado
JUMPER J2	Fechado
FILTER - Filtro	160 kHz
ATTENUATOR – Atenuador	Mínimo
NOISE GENERATOR – Gerador de Ruído	Mínimo

- Verificar o iluminamento correto dos *LEDs*;

- Com o osciloscópio, utilizando como fonte de sincronismo o sinal obtido no TP27, verificar as seguintes formas de onda, sem sinal de entrada:
  - TP11 (sinal digital de entrada, convertido a níveis TTL);
  - TP14 (sinal MPX de transmissão);
  - TP24 (sinal transmitido na linha);
  - TP25 (sinal recebido na saída da linha);
  - TP26 (sinal regenerado pelo equalizador e o ALBO);
  - TP15 (sinal MPX de recepção);
  - TP13 (sinal digital de saída, com níveis TTL);
- Conectar um cabo padrão RS 232 (com terminais de 9 pinos macho/9 pinos fêmea) ao conector RS 232 do Cartão de Prática a uma porta serial livre de um computador pessoal;
- Energizar o computador pessoal;
- Realizar uma conexão através da porta serial disponível (por exemplo, a COM1), utilizando o aplicativo *Hyper Terminal*, da seguinte maneira:

Selecionar: *Início* → *Programa* → *Acessório* → *Hyper Terminal*

Nota: Não instalar o modem.

Iniciar: *Hypertrm.exe*

Escolher uma denominação UTT5 (por exemplo)

Selecionar: *Conectar* → *Diretamente a COM 1.*

Selecionar: *Bit por segundo → 300 → OK.*

Selecionar: *Arquivo → Propriedade → Ajustes → ASCII*

Verificar a presença dos seguintes ajustes:

Transmissão ASCII:

Marcar a opção: *"Adicionar avanço de linha"*

Nota: Habilitando a opção "*Eco dos caracteres teclados localmente*", o texto escrito através do teclado será visualizado duas vezes.

Recepção ASCII:

Marcar a opção: "*A parte automático*"

Sair do *Set-up* acionando o botão "*OK*".

- Escrever algumas mensagens e verificar a visualização da mensagem recebida corretamente;
- Observar o que é exibido na tela são os dados transmitidos pela porta serial do PC, inseridos no fluxo MP, recebido a partir da mesma porta serial e visualizado na tela;
- Introduzir um nível de ruído e atenuação na linha de transmissão, escrever um texto e verificar ou não a precisão dos dados recebidos (por exemplo, pode-se manter pressionada uma tecla continuamente enquanto se alteram as condições da linha de transmissão);

- Trocar os ajustes da velocidade de transmissão da porta serial (*bit por segundo*) incrementando o valor, posteriormente, selecionar ***Desconectar*** e ***Conectar*** a comunicação para atualizar os ajustes realizados;
- Verificar a realização da nova conexão de maneira correta, por exemplo, mantendo-se pressionada uma tecla continuamente.

Q7 – Aumente a velocidade da porta serial. Qual é o maior valor com a qual o Cartão de Prática UTT5 ainda matem o funcionamento correto?

Grupo **A**	**B**	
1	4	19.200 byte/s.
2	3	64 kb/s.
3	2	19.200 kb/s.
4	1	19.200 b/s.

Q8 – É possível transmitir, simultaneamente, um sinal digital e quatro sinais analógicos?

Grupo A	B	
1	4	Sim, selecionando os DIP-SW da seção TX dos quatro *CODECs*.
2	1	Não, é possível transmitir no máximo três sinais analógicos nos *CODECs 2*, *3 e 4* e um sinal digital.
3	2	Não, é possível transmitir quatro sinais analógicos ou um sinal digital.
4	3	Não, é possível transmitir no máximo três sinais analógicos em três *CODECs* quaisquer e um sinal digital.

Q9 – É possível transmitir o sinal digital em outro *time slot*?

Grupo A	B	
1	2	Sim, selecionando os DIP-SW da seção TX de qualquer um dos *CODECs*.
2	4	Sim, selecionando os DIP-SW de um dos *CODECs* e do *TEST PATTERN* – Padrão de Teste
3	1	Não, em nenhuma condição.
4	3	Sim, selecionando os DIP-SW da seção TX do *CODEC 1*.

Q10 – É possível receber um sinal digital transmitido no *Time Slot 1* a partir da saída de um dos *CODECs*?

Grupo **A**	**B**	
1	3	Não, em nenhuma condição.
2	1	Sim, selecionando os DIP-SW da seção RX de um dos *CODECs* e do *TEST PATTERN* – Padrão de Teste.
3	4	Sim, selecionando os DIP-SW da seção RX de um dos *CODECs*.
4	2	Não, é possível recebê-lo apenas na saída do *CEDEC 1*, selecionando os DIP-SW de sua seção RX.

Lição 9A9: Medida da Taxa de Erros

Objetivos:

- Medir a taxa de erros a 64 kb/s durante a transmissão de sinais analógicos;
- Medida da taxa de erros a 320 kb/s utilizando toda a velocidade do fluxo digital;
- Medida da taxa de erros utilizando um *DATA TESTER* – Gerador Padrão de Dados – externo.

Equipamento Necessário:

- Unidade base para o sistema MSU (mod. EP4 fonte de energia, cartão proprietário, mod. FIP – Unidade de controle e de inserção de defeitos);
- UTT5 – Cartão de prática;
- Osciloscópio;
- *DATA TESTER* – Gerador Padrão de dados.

9A9.1 – Descrição

Para realizar esta prática o gerador de sinais já conhecido (*TEST PATTERN* - Padrão de Teste), será utilizado, fornecendo o sinal de teste *SEQUENCE* - Sequência – e um *DATA TESTER* externo.

O *TESTER PATTERN* será empregado para realizar as medidas da Taxa de Erros sem o auxílio de um Gerador Padrão de Dados externo.

9A9.1.1 – Medida da Taxa de Erros

Com o Cartão de Prática UTT5, exatamente igual como em qualquer sistema de comunicação digital, é possível fazer a medida da taxa de erros para avaliar as condições de transmissão.

Isso é possível durante uma comunicação inserindo um sinal de teste em um canal livre (ou *time slot*) ou utilizando todo o canal de comunicação para transmitir apenas o sinal de teste.

Serão analisados os diferentes tipos de medidas da Taxa de Erros, realizando-as de forma padronizada.

Medida no *Time Slot*

Durante uma transmissão é possível realizar uma medida da taxa de erros, posicionando um sinal seqüencial conhecido em um *time slot* livre; desta forma, após a recepção, uma vez conhecida a sequência original, será possível reconhecer, por comparação, os bits recebidos de forma errada, sem afetar a informação analógica transmitida nos outros *times slots*.

Este modo é atualmente utilizado nos sistemas profissionais onde se deseja conhecer a qualidade do canal de transmissão sem interromper todo o sistema de comunicação.

No Cartão de Prática tem-se o TS1 disponível para estas medidas, onde se introduz um fluxo de dados que poderá ser uma sequência conhecida de 64 kb/s (*SEQUENCE* - Sequência) gerada interiormente pelo *TEST PATTERN* ou uma se-

quência gerada externamente por um *DATA TESTER* – Gerador Padrão de Dados - conectada ao Cartão de Prática através da interface RS 232. (FIG. 9A9.1)

Medida em todo o Canal

É possível realizar uma medida da Taxa de Erros em todo o canal de transmissão disponível, inserindo apenas um sinal sequencial conhecido; desta forma, no momento da recepção, conhecido a sequência original, será possível reconhecer por comparação os bits recebidos de forma errada e realizar a medição.

Este modo de medição é atualmente o que se emprega em sistemas profissionais para conhecer a qualidade do canal de transmissão sem o efeito das interfaces do usuário.

Lamentavelmente, para uma medida como esta é preciso interromper todas as comunicações existentes neste momento.

No sistema em questão é possível realizar esta medida inserindo uma sequência conhecida a 320 kb/s (*SEQUENCE* – Sequência) gerada internamente pelo *TEST PATTERN* – Padrão de Teste).

9A9.2 – Exercícios

UTT5 – Desconecte todos os *jumpers* e posicione todas as chaves *dip-switch* em *OFF.*

FIP – Entre com o código da lição: 9A9

Respondas às questões que se encontram no desenvolvimento deste exercício.

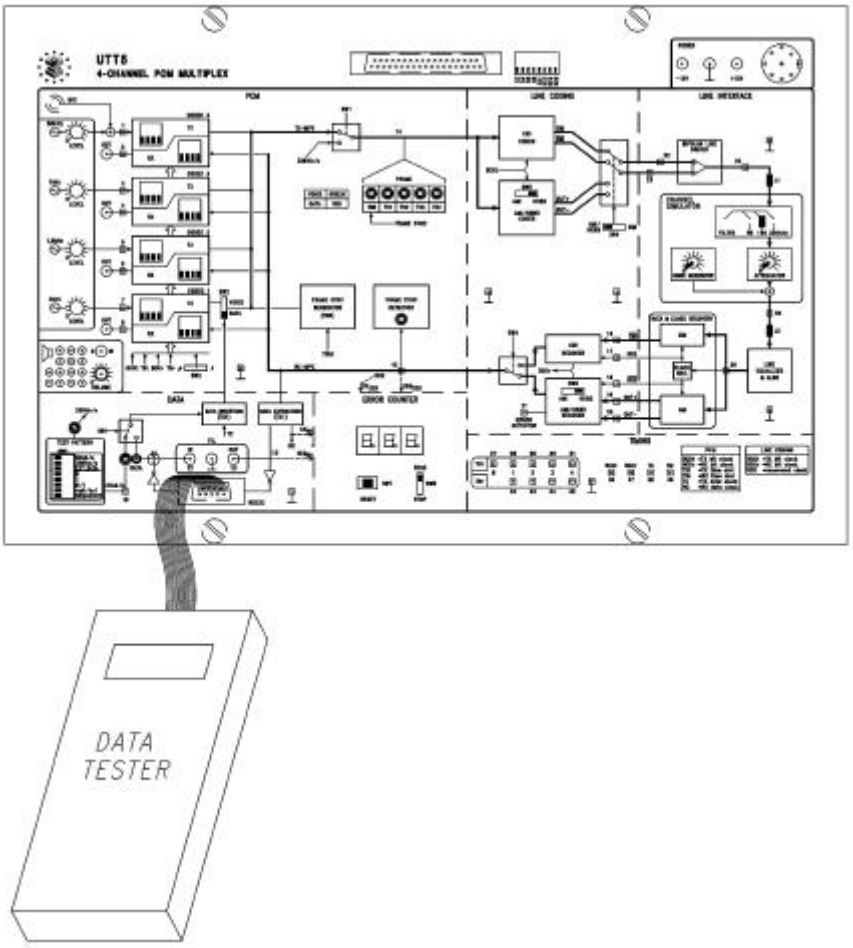


Figura 9A9.1 – Utilização do *DATA TESTER* – Gerador Padrão de Dados.

- Antes de executar as atividades propostas, faça as conexões corretas para alimentar o Cartão de Prática (+12V, -12V e terra), em seguida, alimente o Cartão UTT5.

9A9.2.1 – Medida no *Time Slot*

- Ajustar o circuito para operar com uma entrada a partir de uma fonte de dados interna (*TEST PATTERN*) ajustada para fornecer um sinal de teste no *time slot 1*, de acordo com a seguinte tabela:

CHAVE	SELEÇÃO	FUNCIONAMENTO
SW2	*DATA* – Dados	TS1 para sinais digitais
SW1-1	ON	Fluxo de dados a 64 kb/s
SW1-8	ON	Sinal *SEQUENCE*
SW4	CMI	*Coder CMI*

- Ajustar o *CHANNEL SIMULATOR* – Simulador de canal – para as seguintes condições iniciais:

JUMPER J1	Fechado
JUMPER J2	Fechado
FILTER – Filtro	160 kHz
ATTENUATOR - Atenuador	Mínimo
NOISE GENERATOR – Gerador de Ruído	Mínimo

Ajustar o *ERROR COUNTER* – Contador de Erro – para as seguintes condições iniciais:

CHAVE	SELEÇÃO	FUNCIONAMENTO
SW7	*RESET*	Zera o contador
SW8	*READ*	Habilita a contagem

- Observar o iluminamento correto dos *LEDs*;

- Com o osciloscópio, utilizando como fonte de sincronismo o sinal obtido no ponto TS27 (TSt0, sinal de sincronização correspondente ao sinal de sincronismo da trama), verificar as seguintes formas de onda:

  - TP10 (sinal de teste digital na entrada);

  - TP14 (sinal MPX de transmissão);

- TP24 (sinal transmitido na linha);
- TP25 (sinal recebido na saída da linha de transmissão);
- TP26 (sinal regenerado pelo equalizador e ALBO);
- TP15 (sinal MPX de recepção);
- TP13 (sinal de teste digital na saída)

- Observar a transmissão correta do sinal de teste e a ausência de *bits* errados na recepção (*ERROR COUNTER* – Contador de Erros);
- Introduzir um nível de ruído ou de atenuação no canal de transmissão;
- Observar o *display* do *ERROR COUNTER* – Contador de Erros que atualiza o número de *bits* recebidos erroneamente e se a velocidade com a qual se recebem aumenta ou diminui ao variar alguns ajustes na linha de transmissão;
- Trocar a banda passante da linha de transmissão verificando se melhora ou piora; então, selecionar novamente as condições iniciais.

Q1 – Trocar a lei de codificação e decodificação de CMI para HDB3 e, posteriormente, AMI. O se pode deduzir?

Grupo **A**	**B**	
1	2	Nenhuma codificação é imune ao erro.
2	3	Depende do nível do sinal de entrada.
3	4	As codificações AMI/HDB3 são iguais e mais imunes que a CMI.
4	1	A codificação CMI é mais inume ao erro.

Q2 – É possível realizar a medida da Taxa de Erros enquanto se transmitem canais analógicos?

Grupo **A**	**B**	
1	2	Sim, é possível transmitir no máximo três canais analógicos.
2	3	Sim, mas altera-se a medida porque o maior número de informações transmitidas piora a qualidade da transmissão.
3	4	Não.
4	1	Sim, é possível transmitir no máximo dois e receber outros dois.

9A9.2.2 – Medida no *Time Slot* com Comunicação Analógica

- Anular os ajustes anteriores;
- Ajustar os *CODECs 2* e *4* para operar com os *time slot 2* e *4*, tal como indicado na tabela abaixo:

CHAVE	SEÇÃO	DIP-SW	SELEÇÃO
4	TX	2	ON
4	RX	4	ON
2	TX	4	ON
2	RX	2	ON

- Regular o gerador de tom de frequência igual a 500 Hz com uma amplitude igual a 1,0 Vpp (TP1);
- Regular o gerador de tom de frequência igual a 1,6 kHz com uma amplitude igual a 1,0 Vpp (TP5);

- Ajustar o circuito para operar com uma entrada a partir de uma fonte de áudio e do *TEST PATTERN* – Padrão de teste -, de acordo com a seguinte tabela:

CHAVE	SELEÇÃO	FUNCIONAMENTO
SW2	*DATA* – Dados	TS1 para sinais digitais
SW1-1	ON	Fluxo a 64 kb/s
SW1-8	ON	Sinal *SEQUENCE*
SW4	CMI	*Coder CMI*
SW7	*RESET*	Zera o contador
SW8	*READ*	Habilita a contagem

- Ajustar o *CHANNEL SIMULATOR* – Simulador de Canal – para as seguintes condições iniciais;

JUMPER J1	Fechado
JUMPER J2	Fechado
FILTER – Filtro	160 kHz
ATTENUATOR - Atenuador	Mínimo
NOISE GENERATOR – Gerador de Ruído	Mínimo

- Com o osciloscópio, utilizando como fonte de sincronismo o sinal obtido no ponto TS27 (TSt0, sinal de sincronização correspondente ao sinal de sincronismo da trama), verificar as seguintes formas de onda:
  - TP14 (sinal MPX de transmissão);
  - TP24 (sinal transmitido na linha);
  - TP25 (sinal recebido na saída da linha de transmissão);
  - TP26 (sinal regenerado pelo equalizador e ALBO);

  - TP15 (sinal MPX de recepção);

- Verificar o iluminamento correto dos *LEDs*;

- Conectar a entrada do amplificador com alto-falante *IN* (TP9) com a saída *OUT* de TP2 ou TP6 e então regular o nível do volume;

- Observar a transmissão *duplex* correta: o tom de 500 Hz será ouvido na saída do *CODEC* de onde entra o tom de 1,6 kHz e vice-versa;

- Introduzir um nível de ruído e atenuação até ouvir um zumbido junto ao tom recebido;

- Observar o *display* do *ERROR COUNTER* – Contador de Erros – que atualiza o número de *bits* recebidos erroneamente e se a velocidade na qual se recebe aumenta ou diminui ao variar os ajustes na linha de transmissão;

- Trocar a banda passante da linha de transmissão verificando se melhora ou piora, então, selecionar novamente os valores iniciais;

- Trocar a codificação e a decodificação e observar como se modifica a quantidade de bits recebidos erroneamente;

- Pressionar a chave SW7 *RESET* para zerar o contador.

Q3 – Ajuste em *OFF* todos as chaves DIP-SW das seções TX e RX dos *CODECs*. Como varia a taxa de erros?

Grupo A	B	
1	4	Reduzem os *bits* errados porque diminui a quantidade de sinal transmitido na linha de transmissão.
2	3	Piora porque reduzindo o nível total do sinal na linha diminui a relação sinal/ruído; por conseguinte, aumenta a possibilidade de se verificar um erro.
3	2	Não varia porque seria necessário transmitir durante todo o período a disposição para melhorar a taxa de erros.
4	1	Não varia porque não depende da ocupação dos *times slot* não afetados pela medição.

9A9.2.3 – Medida no Canal

- Anular os ajustes anteriores;
- Ajustar o circuito para operar com uma entrada a partir de uma fonte de dados interna, ajustada para proporcionar um sinal de teste que constituirá de um fluxo de dados para transmissão, de acordo com a seguinte tabela:

CHAVE	SELEÇÃO	FUNCIONAMENTO
SW1-2	ON	Fluxo dados a 320 kb/s
SW1-8	ON	Sinal *SEQUENCE*
SW4	AMI/HDB3	*Coder AMI/HDB3*
SW5	*HDB3*	*Coder HDB3*
SW6	*HDB3*	*Decoder HDB3*

- Ajustar o *CHANNEL SIMULATOR* – Simulador de Canal – para as seguintes condições iniciais;

JUMPER J1	Fechado
JUMPER J2	Fechado
FILTER – Filtro	160 kHz
ATTENUATOR - Atenuador	Mínimo
NOISE GENERATOR – Gerador de Ruído	Mínimo

- Ajustar o *ERROR COUNTER* – Contador de Erros- para as seguintes condições iniciais:

CHAVE	SELEÇÃO	FUNCIONAMENTO
SW7	*RESET*	Zera o contador.
SW8	*READ*	Habilita a contagem.

- Observar o iluminamento correto dos *LEDs*;
- Verificar a transmissão correta do sinal de teste e a ausência de *bits* recebidos erroneamente (*ERROR COUNTER*);
- Introduzir um nível de ruído ou de atenuação no canal de transmissão;
- Observar o *display* do *ERROR COUNTER* – Contador de Erros – que atualiza o número de *bits* recebidos erroneamente e se a velocidade com a qual são recebidos aumenta ou diminui ao variar os parâmetros da linha de transmissão;
- Trocar a banda passante da linha de transmissão observando se melhora ou piora, então, selecionar novamente o valor inicial;
- Ajustar o nível de atenuação e de ruído de modo que se reduza a quantidade de *bits* errados, porém, ainda assim, continua a receber-los na recepção.

Q4 – Trocar a Lei de codificação e decodificação de HDB3 para AMI. O que se deduz?

Grupo A	B	
1	4	Apresentam o mesmo desempenho.
2	3	A HDB3 é pior do que a AMI.
3	2	A HDB3 tem melhor desempenho se o fluxo de dados transmitido quando não tem *time slot* ocupados com sinais analógicos.
4	1	A AMI é pior do que a HDB3.

Q5 – Trocar a Lei de codificação e decodificação de AMI para CMI. O que se deduz?

Grupo A	B	
1	4	A CMI requer uma banda passante superior.
2	3	A AMI e a HDB3 requerem uma banda passante superior.
3	2	Apresentam desempenho equivalente.
4	1	A HDB3 apresenta uma velocidade de transmissão superior.

Q6 – Como se pode calcular a Taxa de Erros?

Grupo
A B

1 3 Conhecida a velocidade de *bit* (64 kb/s) basta dividir o número de *bits* errados recebido em um minuto de transmissão por 3,84 x 10^6.

2 4 Conhecida a velocidade de *bit* (320 kb/s) basta dividir o número de *bits* errados recebido em um minuto de transmissão por 3,84 x 10^6.

3 5 Conhecida a velocidade de *bit* (320 kb/s) basta dividir o número de *bits* errados recebido em um minuto de transmissão por 19,2 x 10^6.

4 2 Conhecida a velocidade de *bit* (320 kb/s) basta dividir 19,2 x 10^6 pelo número de *bits* errados recebidos em um minuto de transmissão.

9A9.2.4 – Medida utilizando o *DATA TESTER* Externo

- Anular os ajustes anteriores;
- Ajustar o circuito para operar com uma entrada a partir de dados externos (*DATA TESTER* – Gerador Padrão de Dados), ajustado para fornecer um sinal de teste inserido no *Time Slot 1*, de acordo com a seguinte tabela:

CHAVE	SELEÇÃO	FUNCIONAMENTO
SW2	*DATA* - Dados	TS1 para sinais digitais
SW1-3	ON	Sinal Externo
SW4	CMI	*Coder CMI*

- Ajustar o *CHANNEL SIMULATOR* – Simulador de Canal – para as seguintes condições iniciais;

JUMPER J1	Fechado
JUMPER J2	Fechado
FILTER – Filtro	160 kHz
ATTENUATOR - Atenuador	Mínimo
NOISE GENERATOR – Gerador de Ruído	Mínimo

- Ajustar o *set-up* do *DATA TESTER* – Gerador Padrão de Dados -, quando disponível, para as seguintes condições iniciais:

MEASUREMENT - Medida	*BERT*
PATTERN - Padrão	511PR
FORMAT – Formato	Serial
INTERFACE – Interface	*Simulate DTE* - Simula DTE
SERIAL MODE – Modo Serial	*Asynchronous* - Assíncrono
BIT RATE – Relação de *Bit*	1200
WORD LENGHT - Comprimento da Palavra	8 Bits
PARITY – Paridade	*None* – Nenhuma
STOP BITS – *Bits* de Parada	1
CTRL LINE IN	CTS (pino 5)
CTRL LINE OUT	RTS (pino 4)
FLOW CONTROL – Controle de Fluxo	*Hardware*
BLOCK SIZE – Tamanho do Bloco	10^3
TEST – Teste	*Continuous* - Contínuo

- Verificar o iluminamento correto dos *LEDs*;

- Com o osciloscópio, verificar as seguintes formas de onda:
- TP11 (sinal de teste digital na entrada);
- TP14 (sinal MPX de transmissão);
- TP24 (sinal transmitido na linha);
- TP25 (sinal recebido na saída da linha de transmissão);
- TP26 (sinal regenerado pelo equalizador e ALBO);
- TP15 (sinal MPX de recepção);
- TP13 (sinal de teste digital na saída)
- Observar a transmissão correta do sinal de teste lendo a medida realizada pelo *DATA TESTER* – Gerador Padrão de Dados;
- Introduzir um nível de ruído e de atenuação no canal de transmissão;
- Observar o *display* do *DATA TESTER* que atualiza o número de *bits* recebidos erroneamente e se a velocidade com qual se recebe aumenta ou diminui ao variar os parâmetros da linha de transmissão;
- Verificar ao mesmo tempo o *BERT*;
- Trocar a banda passante da linha de transmissão verificando se melhora ou piora o desempenho;
- Selecionar novamente as condições iniciais da linha de transmissão;

Q7 – Aumentar a velocidade de *bit* ajustada no *DATA TESTER*. Qual é a máxima velocidade com a qual o Cartão de Prática UTT5 transfere o sinal de teste corretamente?

Grupo **A**	**B**	
1	2	19.200 b/s.
2	3	19.200 kb/s.
3	4	19.200 *kbyte*/s
4	1	19.200 *byte*/s

Lição 9AA: Exercícios com dois Cartões MCM-32

Objetivos:

- Realizar vários exercícios utilizando dois Cartões de Prática UTT5, para a montagem de um sistema de comunicação bidirecional real;
- Em particular, serão realizados:
  - A montagem de um sistema de comunicação entre vários usuários utilizando sinais analógicos e digitais;
  - Medidas da Taxa de Erros, também utilizando um *DATA TESTER* – Gerador Padrão de dados - externo;
  - A montagem de um sistema de comunicação entre dois computadores pessoais (PC) para a troca de textos e arquivos.

Equipamento Necessário:

- Unidade base para o sistema MSU (mod. EP4 fonte de energia, cartão proprietário, mod. FIP – Unidade de controle e de inserção de defeitos);
- UTF1 – Dois Cartões de prática;
- Osciloscópio;
- *DATA TESTER* – Gerador Padrão de Dados;

- Dois computadores pessoais (PC) com o programa *Hyper Terminal* da Microsoft instalado.

9AA.1 – Descrição

O exercício, como será realizado utilizando um número maior de Cartões de Prática e acessórios que se utilizaram no transcurso deste manual, deverá ocorrer depois que o aluno adquiriu certa habilidade na utilização do Cartão de Prática em questão.

Serão utilizados dois Cartões de Prática UTT5 para a montagem de um canal de comunicação duplo em ambos os sentidos.

Além disso, será necessária a utilização de um *DATA TESTER* – Gerador Padrão de Dados - profissional para a medida da Taxa de Erros, dois computadores pessoais como fontes externas para a troca de textos e arquivos e, dois geradores de tom iguais como fontes de sinal analógico externo.

9AA.1.1 – Transmissão *Duplex* de Duas Vias

Uma comunicação bidirecional entre duas fontes se realiza mediante um sistema *duplex* de duas vias.

Uma via será utilizada para transmitir as informações desde uma fonte para a outra enquanto que a outra via será utilizada para o retorno; a saber, para a transferência das informações no outro sentido de comunicação. Veja a FIG. 9AA.1.

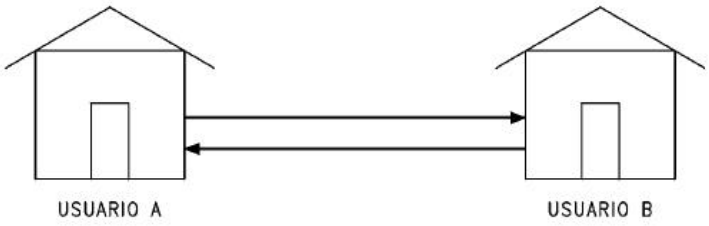


Figura 9AA.1 – Transmissão *duplex* de duas vias.

Nas lições anteriores realizou-se uma comunicação deste tipo utilizando para as duas vias de comunicação a mesma via de comunicação no sentido direto e no sentido contrário, aproveitando-se as características do meio de transmissão.

Na verdade, utilizando-se uma técnica de mutiplexação, foi inserido um dos canais de transmissão em um *time slot* livre.

Nesta lição será montado um sistema de comunicação real de duas vias, utilizando dois Cartões de Prática UTT5. Veja a FIG 9AA.2 para os detalhes da comunicação.

Utilizará a saída do *BIPOLAR LINE DRIVER – Driver* de Linha Bipolar – do **Multiplex A** para comandar corretamente o simulador de canal do **Multiplex B** e vice-versa.

Desta forma, os sinais contendo o fluxo digital proporcionado pelo **Multiplex A** serão recebidos pelo **Multiplex B**, onde serão extraídas e fornecidas as saídas daquele Cartão, e vice-versa no outro sentido de comunicação.

Cada Multiplex irá operar como transmissor e receptor para um determinado número de usuários, como nos sistemas reais de comunicação que utilizam a técnica MPX.

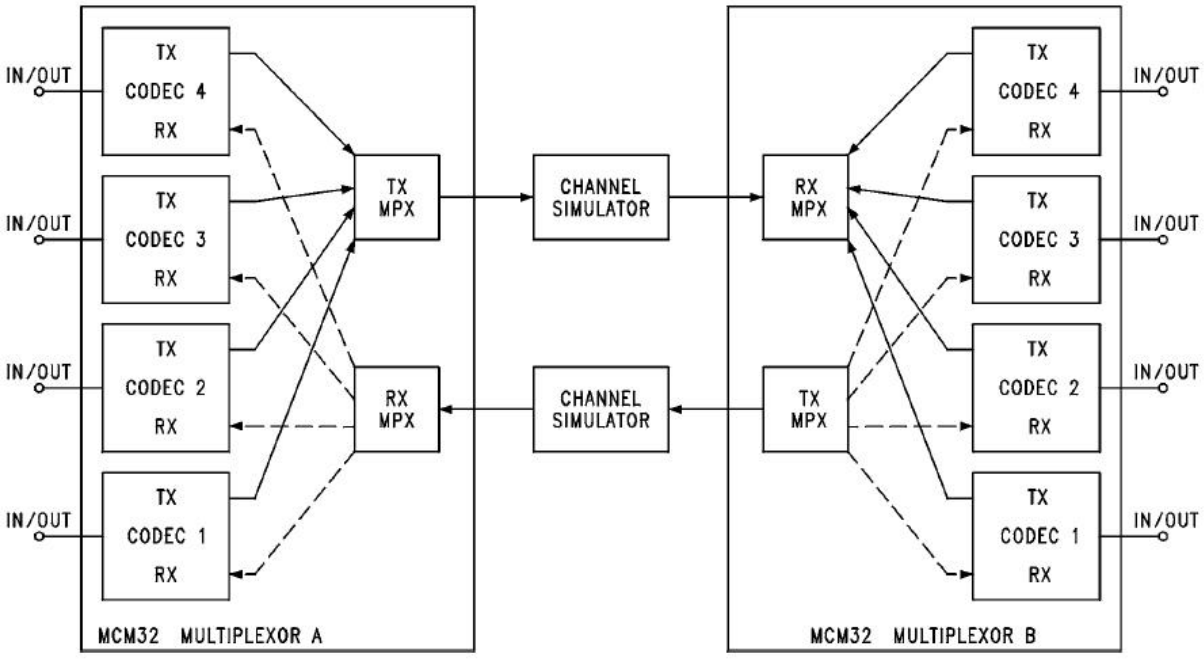


Figura 9AA.2 – Transmissão *duplex* entre dois usuários.

9AA.1.2 – *Loop* de Medida da Taxa de Erros

Nas lições anteriores foi apresentado como realizar a medida da Taxa de Erros em um sistema de comunicação digital.

É evidente a necessidade de transmitir um sinal de teste conhecido e, depois da recepção do mesmo, verificam-se as diferenças eventuais.

Concluindo, o sinal transmitido tem que regressar à fonte que a originou. (Veja a FIG. 9AA.3).

Para realizar este retorno é necessário realizar um *LOOP* – Laço; a saber, o sinal que chega ao outro extremo do canal de comunicação será inserido de novo para sua transmissão à fonte que o originou.

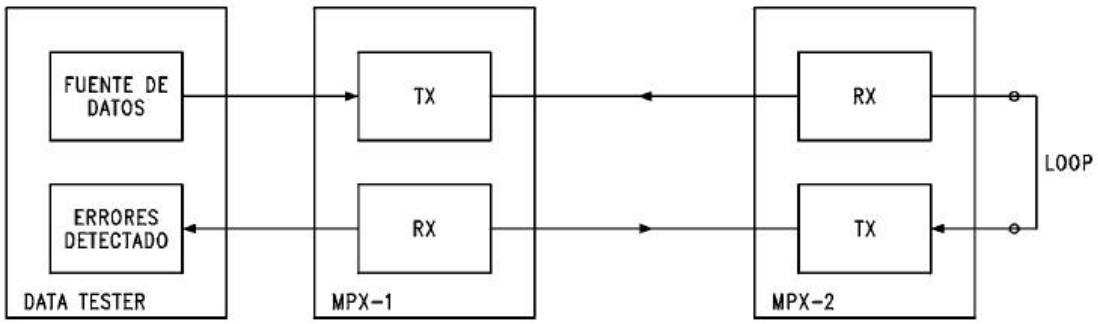


Figura 9AA.3 – Montagem do *Loop*.

O *LOOP* é frequentemente utilizado na transmissão de dados (*modem*, ...) para permitir a verificação da qualidade do canal a distância, habilitando o *LOOP* em um DCE remoto (*Data Communication Equipament* – Equipamento de Comunicação de Dados).

Basicamente existem dois tipos de *LOOP*: analógico e digital.

LOOP Analógico

Quando se realiza no nível do canal de comunicação.

Na prática, se realiza o *LOOP* depois da interface com o mundo analógico onde estão presentes sinais analógicos.

LOOP Digital

Quando se realiza no nível da interface digital com o DTE (*Data Terminal Equipament* – Equipamento Terminal de Dados).

Na prática, se realiza o *LOOP* depois da interface com o mundo digital (tipicamente onde está presente a porta RS 232 para um computador pessoal), onde estão presentes sinais digitais.

9AA.2 – Exercícios

UTT5 – Desconecte todos os *jumpers* e posicione todas as chaves *dip-switch* em *OFF.*

FIP – Entre com o código da lição: 9AA

Respondas às questões que se encontram no desenvolvimento deste exercício.

- Antes de executar as atividades propostas, faça as conexões corretas para alimentar o Cartão de Prática (+12V, -12V e terra), em seguida, alimente o Cartão UTT5.
- Observar que, para simplificar a demonstração dos diferentes componentes do sistema se utilizará a seguinte terminologia:
  - MPX-1 e MPX-2 para os dois Cartões de Prática UTT5 e
  - PC-1 e PC-2 para os dois computadores pessoais conectados a MPX-1 e MPX-2, respectivamente.

9AA.2.1 – Transmissão Analógica

- Conectar **J1** do MPX-1 ao **J1** do MPX-2 de acordo com a FIG. 9AA.4, prestando a atenção com a inversão dos fios.
- Ajustar os circuitos de modo que o usuário do MPX-1 utilize o *CODEC 4* para transmitir no canal TS4 e o usuário do MPX-2 utilize o *CODEC 3* para transmitir no canal TS3, da seguinte forma:

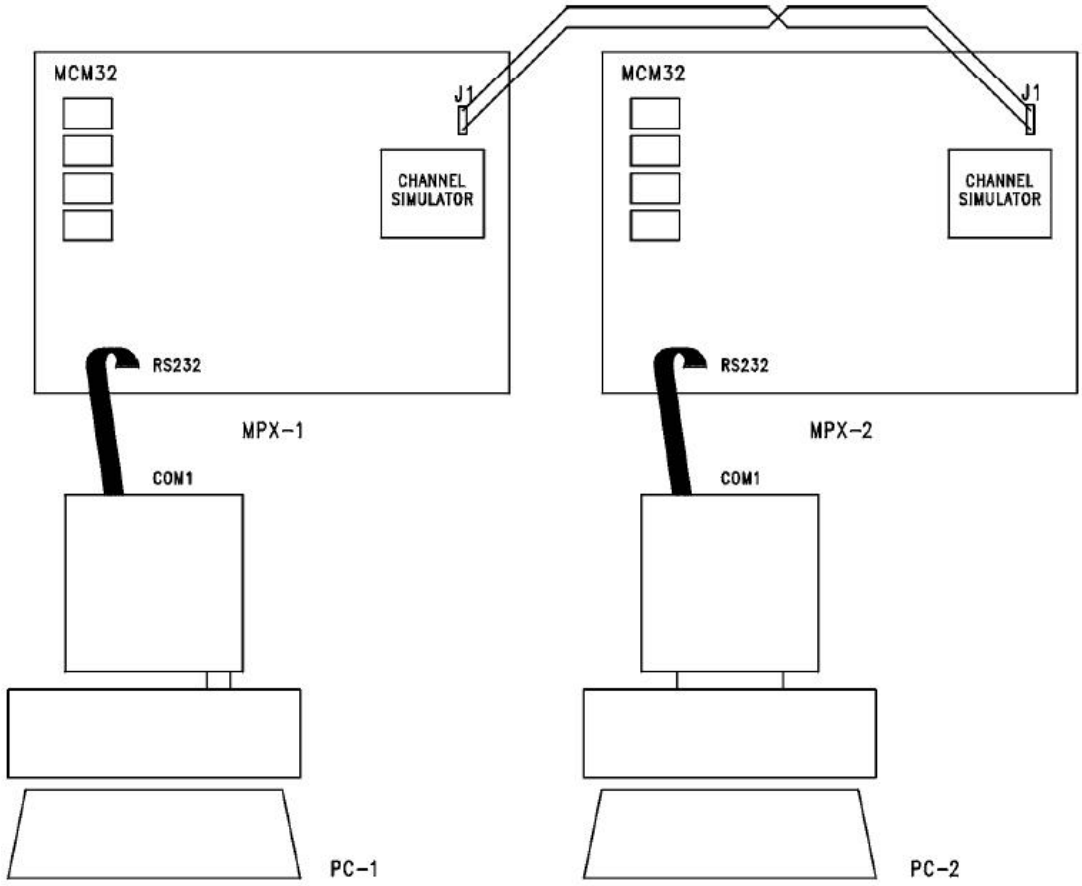


Figura 9AA.4 – Conexão do sistema.

MPX-1:

CODEC	SEÇÃO	DIP-SW	SELEÇÃO
4	TX	4	ON
4	RX	3	ON

MPX-2:

CODEC	SEÇÃO	DIP-SW	SELEÇÃO
3	TX	3	ON
3	RX	4	ON

MPX-1 e MPX-2:

CHAVE	SELEÇÃO	FUNCIONAMENTO
SW2	*VOICE* - Voz	TS1 para sinais analógicos
SW4	CMI	*Coder CMI*

- Ajustar o gerador de tom a 500 Hz do MPX-1 para fornecer um sinal de amplitude igual a 1,0 Vpp (TP1);

- Ajustar o gerador de tom a 1,0 kHz do MPX-2 para fornecer um sinal de amplitude igual a 1,0 Vpp (TP3);

- Ajustar o *CHANNEL SIMULATOR* – Simulador de Canal – de ambos os Cartões de Prática com as seguintes condições iniciais;

JUMPER J1	Veja FIG. 9AA.3
JUMPER J2	Fechado
FILTER – Filtro	160 kHz
ATTENUATOR - Atenuador	Mínimo
NOISE GENERATOR – Gerador de Ruído	Mínimo

- Observar o iluminamento correto dos *LEDs* nos dois Cartões de Prática;

- Para ouvir os dois tons recebidos nos dois Cartões de Prática, conectar os alto-falantes da seguinte forma:

  MPX-1:

  Conectar a entrada do amplificador com alto-falante *IN* (TP9) a saída *OUT* de TP2 e regular o nível do volume adequado para ouvir;

MPX-2:

Conectar a entrada do amplificador com alto-falante *IN* (TP9) a saída *OUT* de TP4 e regular o nível do volume adequado para ouvir;

- Observar a transmissão *duplex* correta: o tom de 500 Hz transmitido pelo usuário conectado ao *CODEC 4* do MPX-1 será recebido pelo usuário conectado ao *CODEC 3* do MPX-2 que transmite o tom de 1 kHz e vice-versa;
- Introduzir um nível de ruído e de atenuação até que seja ouvido um zumbido junto a tom recebido;
- Trocar a banda passante da linha de transmissão verificando se melhora ou piora a transmissão; então selecionar novamente os valores iniciais.

Q1 – Trocar a Lei de codificação no MPX-2, apenas para a transmissão, de CMI para HDB3. O que se deve selecionar para restabelecer uma recepção correta?

Grupo **A**	**B**	
1	4	A Lei de decodificação no MPX-2, de CMI para HDB3.
2	3	A Lei de codificação no MPX-1, apenas para a transmissão, de CMI para HDB3.
3	2	A Lei de decodificação no MPX-1, de CMI para HDB3.
4	1	A Lei de decodificação no MPX-1, para a transmissão de CMI para HDB3.

Q2 – Podem-se substituir os dois tons de áudio por dois microfones?

Grupo **A**	**B**	
1	3	Sim, mas é preciso realizar os mesmos ajustes nos *CODEC 3* e *CODEC 4* para os *CODECs 1* dos dois Cartões de Prática.
2	4	Sim, para o MPX-2 é preciso apenas fazer os ajustes do *CODEC 3* no *CODEC 4* e zerar os ajustes do *CODEC 3.*
3	2	Sim, mas é preciso fazer os mesmos ajustes no *CODEC 4* do MPX-1 no *CODEC 4* do MPX-2.
4	1	Não, porque não é possível transferir o mesmo tipo de informação em um mesmo *time slot* de transmissão e recepção.

Q3 – Pode-se trocar a Lei de compressão em um dos Cartões de Prática?

Grupo **A**	**B**	
1	3	Sim, porque os efeitos não são detectados pelos sinais de áudio.
2	4	Não, quando se utiliza a entrada de microfone.
3	2	Sim, porque é uma transmissão bidirecional e cada canal é independente do outro.
4	1	Não.

Q4 – Qual é a maior quantidade de usuários que se podem conectar neste sistema?

Grupo **A**	**B**	
1	3	Oito usuários no bidirecional.
2	4	Quatro usuários no bidirecional ou oito no unidirecional.
3	2	Dois usuários no bidirecional ou quatro no unidirecional.
4	1	Dois usuários por Cartão de Prática, por conseguinte, quatro bidirecionais y oito no total.

9AA.2.1.1 – Transmissão e Medidas no *Time Slot*

- Selecionar a entrada a partir dos geradores de sinais, a operação com a codificação CMI e audição por meio do alto-falante, tal como se utilizou no exercício anterior;
- Ajustar os dois Cartões de Prática para operação com entrada a partir de fonte de dados interna (*TEST PATTERN* – Padrão de Teste) ajustada para fornecer um sinal de teste para inserção no *Time Slot 1*, de acordo com a seguinte tabela:

CHAVE	SELEÇÃO	FUNCIONAMENTO
SW2	*DATA* – Dados	TS1 para sinais digitais
SW1-1	ON	Fluxo de dados a 64 kb/s
SW1-8	ON	Sinal *SEQUENCE*

- Ajustar o *CHANNEL SIMULATOR* – Simulador de canal – para as seguintes condições iniciais:

JUMPER J1	Veja FIG.9AA.3
JUMPER J2	Fechado
FILTER – Filtro	160 kHz
ATTENUATOR - Atenuador	Mínimo
NOISE GENERATOR – Gerador de Ruído	Mínimo

- Ajustar o *ERROR COUNTER* – Contador de Erro – para as seguintes condições iniciais:

CHAVE	SELEÇÃO	FUNCIONAMENTO
SW7	*RESET*	Zera o contador
SW8	*READ*	Habilita a contagem

- Observar o iluminamento correto dos *LEDs*;

- Observar a transmissão *duplex* correta dos sinais analógicos e dos sinais de teste, com a ausência de *bits* de errados (*ERROR COUNTER* – Contador de Erros) na recepção;

- Introduzir um nível de ruído e atenuação até que seja ouvido um zumbido junto ao tom recebido;

- Observar o *display* do ERROR COUNTER – Contador de Erros que atualizará o número de *bits* recebidos erroneamente e se a velocidade com a qual se recebe aumenta ou diminui quando se varia os parâmetros da linha de transmissão;

- Trocar a banda passante da linha de transmissão verificando se melhora ou piora seu desempenho, então, selecionar novamente os valores iniciais;

- Observar a relação existente entre o nível de ruído introduzido no sinal de áudio e o que se escuta através dos autos-falantes, assim como com a Taxa de Erros medida.

Q5 – A Lei de compressão influencia sobre a Taxa de Erros medida?

Grupo **A**	**B**	
1	2	Não, a compressão não atua e nem influi sobre a transmissão correta.
2	4	Não, a codificação não influi sobre os sinais utilizados do tipo analógico.
3	1	Sim, a codificação influi sobre a transmissão correta.
4	3	Sim, a compressão modifica os ajustes na transmissão.

Q6 – Qual é o maior número de usuários que podem conectar-se a este sistema?

Grupo **A**	**B**	
1	4	Três usuários no bidirecional ou seis no unidirecional.
2	3	Seis usuários no bidirecional.
3	2	Quatro usuários no bidirecional.
4	1	Oito usuários no bidirecional.

Q7 – Transmite-se o *TEST PATTERN* – Padrão de Teste – no MPX-1. Pode-se realizar um *LOOP* digital no MPX-2 para transmitir o sinal recebido do MPX-2 para o MPX-1 e medir a Taxa de Erros?

Grupo A	B	
1	2	Não, porque não se pode receber no mesmo *time slot* de transmissão.
2	4	Sim, realizando um *LOOP* digital na entrada/saída *TTL*, ou RS 232, ou realizando um *LOOP* analógico conectando a saída TP2 à entrada de microfone do *CODEC 4*.
3	1	Sim, realizando um *LOOP* digital na entrada/saída *TTL* ou RS 232.
4	3	Sim, realizando um *LOOP* analógico na entrada/saída *TTL* ou RS 232.

9AA.2.1.2 – Transmissão e Medida no *Time Slot* com *DATA TESTER* – Gerador Padrão de Dados

- Selecionar a entrada a partir dos geradores de tons de áudio, a operação com codificação CMI e o alto-falante, como se utilizou no exercício anterior;
- Ajustar o Cartão de Prática MPX-1 para operar com entrada a partir de uma fonte de dados externa (RS 232) de acordo com a seguinte tabela:

CHAVE	SELEÇÃO	FUNCIONAMENTO
SW2	*DATA* – Dados	TS1 para sinais digitais
SW1-13	ON	Fluxo de dados externo
SW1-8	ON	Aberta / Desabilitada

- Ajustar o Cartão de Prática MPX-2 em *LOOP*, na entrada/saída *TTL*, conectando a saída 13 à entrada 12.

- Ajustar o *CHANNEL SIMULATOR* – Simulador de canal – para as seguintes condições iniciais:

JUMPER J1	Veja FIG.9AA.3
JUMPER J2	Fechado
FILTER – Filtro	160 kHz
ATTENUATOR - Atenuador	Mínimo
NOISE GENERATOR – Gerador de Ruído	Mínimo

- Ajustar o *set-up* do *DATA TESTER* – Gerador Padrão de Dados – disponível, da seguinte maneira:

MESUREMENT – Medida	*BERT*
PATTERN – Padrão	511PR
FORMAT – Formato	Serial
INTERFACE – Interface	*Simulate DTE* – Simula DTE
SERIAL MODE – Modo Serial	*Asynchronous* – Assíncrono
BIT RATE – Relação de *Bit*	1200
WORD LENGHT – Comprimento da Palavra	8 *bits*
PARITY – Paridade	Nenhum
STOP BITS – *Bits* de Parada	1
CTRL LINE IN	CTS (pino 5)
CTRL LINE OUT	RTS (pino 40
FLOW CONTROL – Controle de Fluxo	*Hardware*
BLOCK SIZE – Tamanho do Bloco	10
TEST - Teste	*Continuous* - Continuo

- Observar o iluminamento correto dos *LEDs* dos dois Cartões de Prática;

- Observar a transmissão *duplex* correta dos sinais analógicos, se ainda estão presentes, e o sinal de teste, com ausência de *bits* recebidos erroneamente, verificado no *DATA TESTER* – Gerador Padrão de Dados – externo;

- Introduzir um nível de ruído, atenuação e trocar a banda passante da linha de transmissão, verificando a introdução de erros; então, selecionar novamente os valores iniciais.

Q8 – Trocar a codificação da linha de transmissão, passando de CMI para AMI e, por último, para HDB3, variando as condições da linha de transmissão e verificando as variações na Taxa de Erros.

Através do exercício realizado, pode-se definir uma gradação a partir da codificação que apresenta o melhor desempenho com relação à variação das condições da linha de transmissão?

Grupo **A**	**B**	
1	4	Apresentam o mesmo desempenho.
2	1	CMI $\rightarrow$ AMI $\rightarrow$ HDB3
3	2	AMI $\rightarrow$ HDB3 $\rightarrow$ CMI
4	3	CMI $\rightarrow$ HDB3 $\rightarrow$ AMI

Q9 – Aumente a velocidade de bit do *DATA TESTER* – Gerador Padrão da Dados.

Grupo **A**	**B**	
1	2	9.600 bps e 19.200 bps no CMI introduzindo erros.
2	3	19.200 bps em CMI introduzindo erros e 9.600 bps para AMI/HDB3.
3	4	4.800 bps.
4	1	64 kbps.

9AA.2.2 – Transmissão Digital e Medida no Canal

- Anular os ajustes anteriores;
- Ajustar os dois Cartões de Prática para operar com entrada a partir de fonte de dados interna (*TEST PATTERN* – Padrão de Teste) ajustado para fornecer um sinal de teste que constituirá de um fluxo digital, de acordo com a seguinte tabela:

CHAVE	SELEÇÃO	FUNCIONAMENTO
SW1-2	ON	Fluxo de dados a 320 kb/s
SW1-8	ON	Sinal *SEQUENCE* - Sequencial
SW4	CMI	Codificação CMI

- Ajustar o *CHANNEL SIMULATOR* – Simulador de canal – para as seguintes condições iniciais:

JUMPER J1	Veja FIG.9AA.3
JUMPER J2	Fechado
FILTER – Filtro	160 kHz
ATTENUATOR - Atenuador	Mínimo
NOISE GENERATOR – Gerador de Ruído	Mínimo

- Ajustar o *ERROR COUNTER* – Contador de Erro – para as seguintes condições iniciais:

CHAVE	SELEÇÃO	FUNCIONAMENTO
SW7	*RESET*	Zera o contador
SW8	*READ*	Habilita a contagem

- Observar o iluminamento correto dos *LEDs* dos dois Cartões de Prática;
- Observar a transmissão *duplex* correta dos sinais de teste, com a ausência de bits de erro na recepção (*ERROR COUNTER* – Contador de Erros);
- Introduzir um nível de ruído e atenuação;
- Observar o display do *ERROR COUNTER* – Contador de Erros – que atualiza o número de *bits* errados recebidos, assim como a velocidade com a qual se recebem aumenta ou diminui ao variar os parâmetros da linha de transmissão;
- Trocar a banda passante da linha de transmissão verificando se melhora ou piora; então, selecionar novamente os valores iniciais.

Q10 – Transmitir o fluxo digital com o MPX-1. Pode-se realizar um *LOOP* digital em MPX-2 para transmitir de novo o sinal recebido a partir do MPX-2 para o MPX-1 e medir a Taxa de Erros?

Grupo **A**	**B**	
1	2	Não.
2	4	Não se pode realizar apenas um *LOOP* analógico.
3	1	Sim, os dois tipos de *LOOP*: analógico e digital.
4	3	Sim, apenas o *LOOP* digital.

9AA.2.3 – Comunicação entre Computadores Pessoais: Troca de Textos

- Anular os ajustes anteriores;
- Ajustar os dois Cartões de Prática para operar com entrada a partir de fonte externa do tipo RS 232 e a inserção de um sinal digital em TS1, de acordo com a seguinte tabela:

CHAVE	SELEÇÃO	FUNCIONAMENTO
SW2	*DATA* - Dados	TS1 para sinais digitais
SW1-3	ON	Fluxo de dados externo
SW4	CMI	*Coder CMI*

- Ajustar o *CHANNEL SIMULATOR* – Simulador de canal – para as seguintes condições iniciais:

JUMPER J1	Veja FIG.9AA.3
JUMPER J2	Fechado
FILTER – Filtro	160 kHz
ATTENUATOR - Atenuador	Mínimo
NOISE GENERATOR – Gerador de Ruído	Mínimo

- Observar o iluminamento correto dos *LEDs*;
- Para cada Cartão de Prática, conectar com um cabo padrão RS 232 (com conectores de 9 pinos macho / 9 pinos fêmea) ao conector RS 232 do Cartão de Prática UTT5 e uma das portas serial livre do computador pessoal;
- Energizar os computadores pessoais;
- Realizar a conexão entre os dois computadores pessoais, através das portas seriais disponíveis (por exemplo, as COM 1), utilizando o programa *Hyper Terminal*, da seguinte maneira;

Selecionar:	*Iníciar* → *Programas* → *Acessórios* → *Hyper Terminal*
Nota:	Não precisa instalar o *modem*
Executar:	*Hypertrm.exe*
Escolher um nome:	UTT5 (por exemplo)
Selecionar:	*Conectar* → *Diretamente a COM 1*
Selecionar:	*Bit por segundo* → 300 → Ok
Selecionar:	*Arquivo* → *Propriedades* → *Ajustes* → *Ajustes* → *ASCII*

Verificar se os seguintes ajustes estão selecionados:

Transmissão ASCII:

Adicionar avanço de linha ...

Eco dos caracteres teclados localmente

Recepção ASCII:

Início automático

Sair do *set-up* acionando a tecla *OK*.

- Escrever algumas mensagens e verificar se são recebidas corretamente;
- Verificar que na tela se visualizem os dados transmitidos pela porta serial do outro computador, inseridos no fluxo MPX, recebidos pela outra porta serial e, por último, visualizados;
- Introduzir um nível de ruído e atenuação na linha de transmissão, escrever um texto e verificar a correta ou não recepção dos dados (por exemplo, pode-se manter pressionada uma tecla continuamente enquanto se modificam os parâmetros da linha de transmissão);
- Trocar os ajustes da velocidade de transmissão da porta serial (*bit por segundo*) incrementando o valor; posteriormente selecionar ***Desconectar*** e ***Conectar*** a comunicação para atualizar os ajustes realizados;
- Verificar a correção da informação recebida pela nova conexão, por exemplo, mantendo pressionada uma tecla continuamente.

9AA.2.4 – Comunicação entre Computadores Pessoais: Troca de Arquivos

- Introduzir os mesmos ajustes do exercício anterior;
- Criar um arquivo de teste de alguns *kbytes* e salvar em um diretório ou pasta do MPX-1;

- Estabelecer a comunicação entre os dois computadores pessoais, utilizando o programa *Hyper Terminal*, da seguinte maneira:

Selecionar:	*Iníciar* → *Programas* → *Acessórios* → *Hyper Terminal*
Executar:	UTT5.ht (criado anteriormente)

- Verificar se os computadores estejam conectados;

- Enviar o arquivo criado de MPX-1 para MPX-2 da seguinte maneira:

MPX-1

Selecionar:	*Transferir* → *Enviar Arquivo* → *Folha*
Selecionar:	Procurar o arquivo que se deseja transferir
Selecionar:	*Zmodem* (no Protocolo)
Selecionar:	Envio

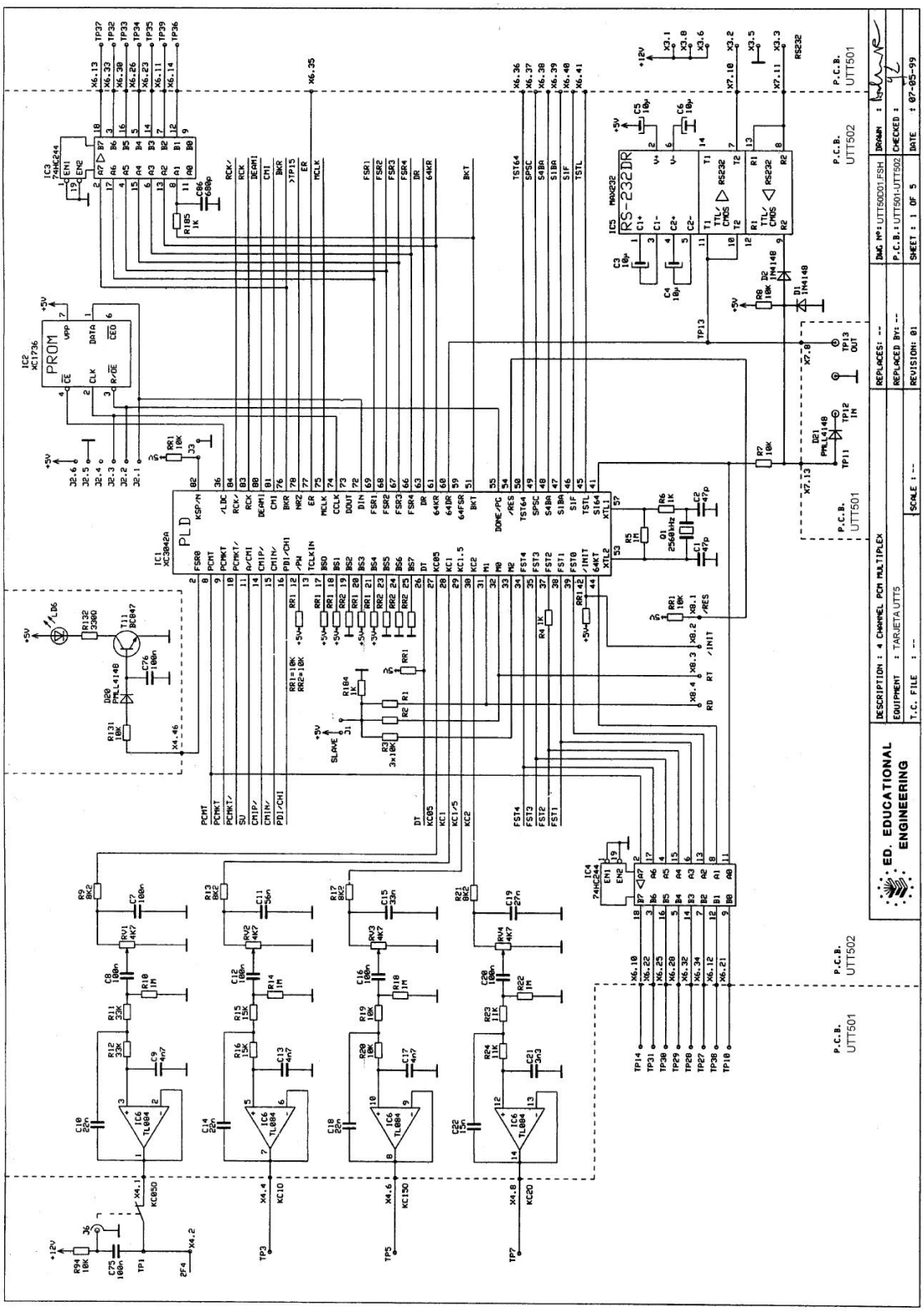
- O arquivo será enviado para a pasta *Hyper Terminal* do MPX-2;

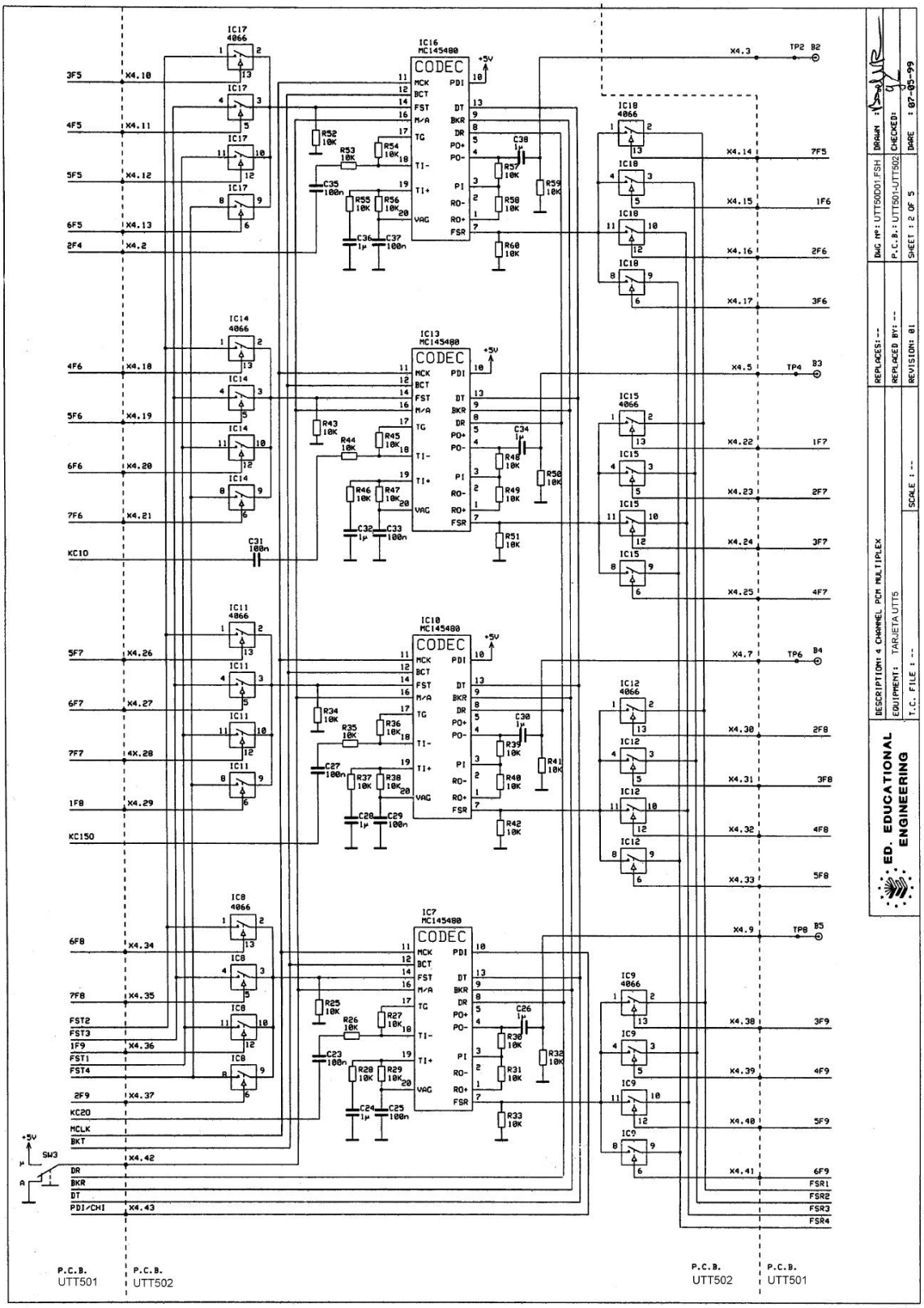
- Introduzir um nível de ruído e atenuação na linha de transmissão da porta serial (*bit por segundo*) incrementando o valor; posteriormente, selecionar ***Desconectar*** e ***Conectar*** a comunicação para atualizar os ajustes realizados nos parâmetros da linha de transmissão;

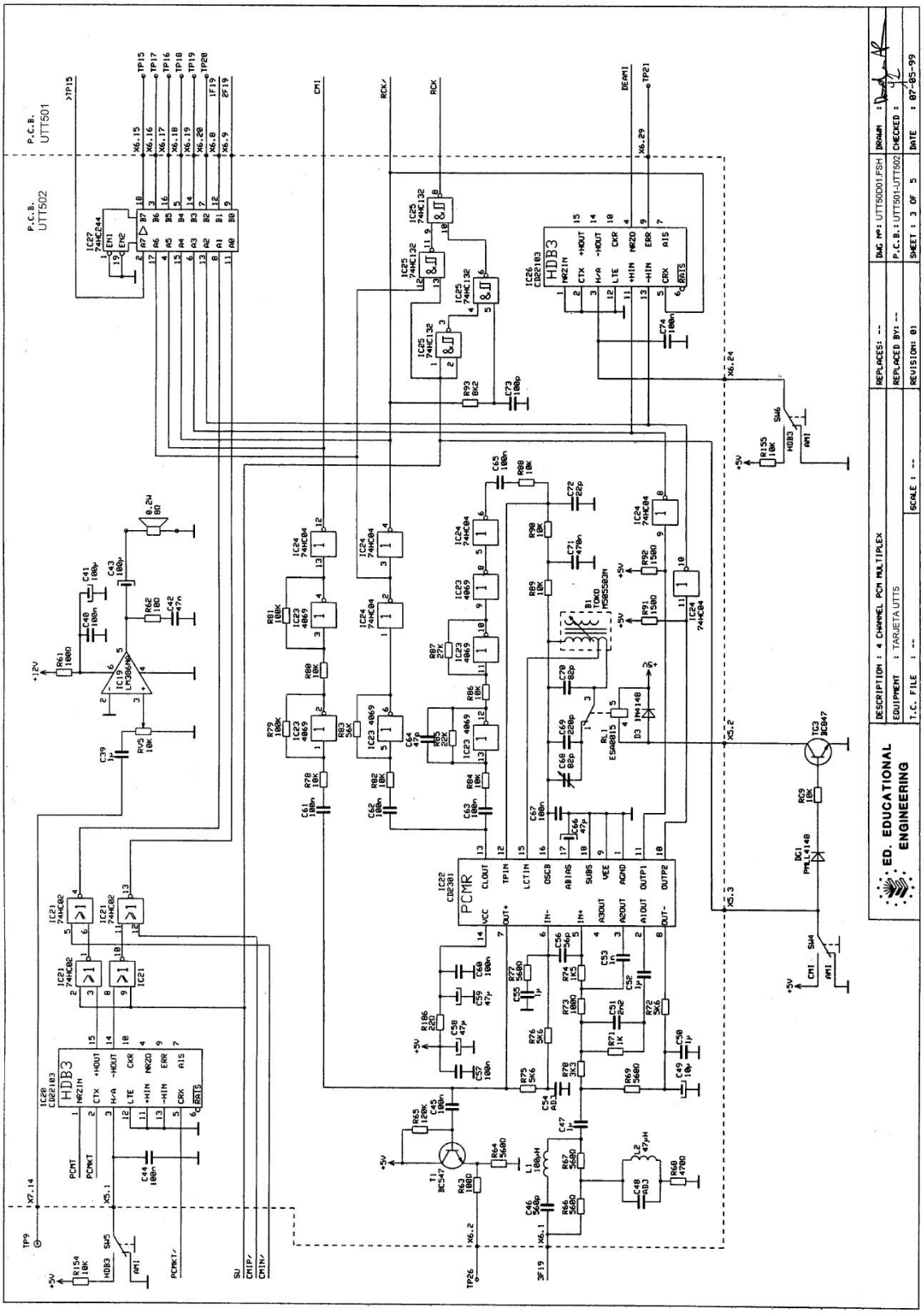
- Verificar a realização correta da nova conexão enviando novamente o arquivo.

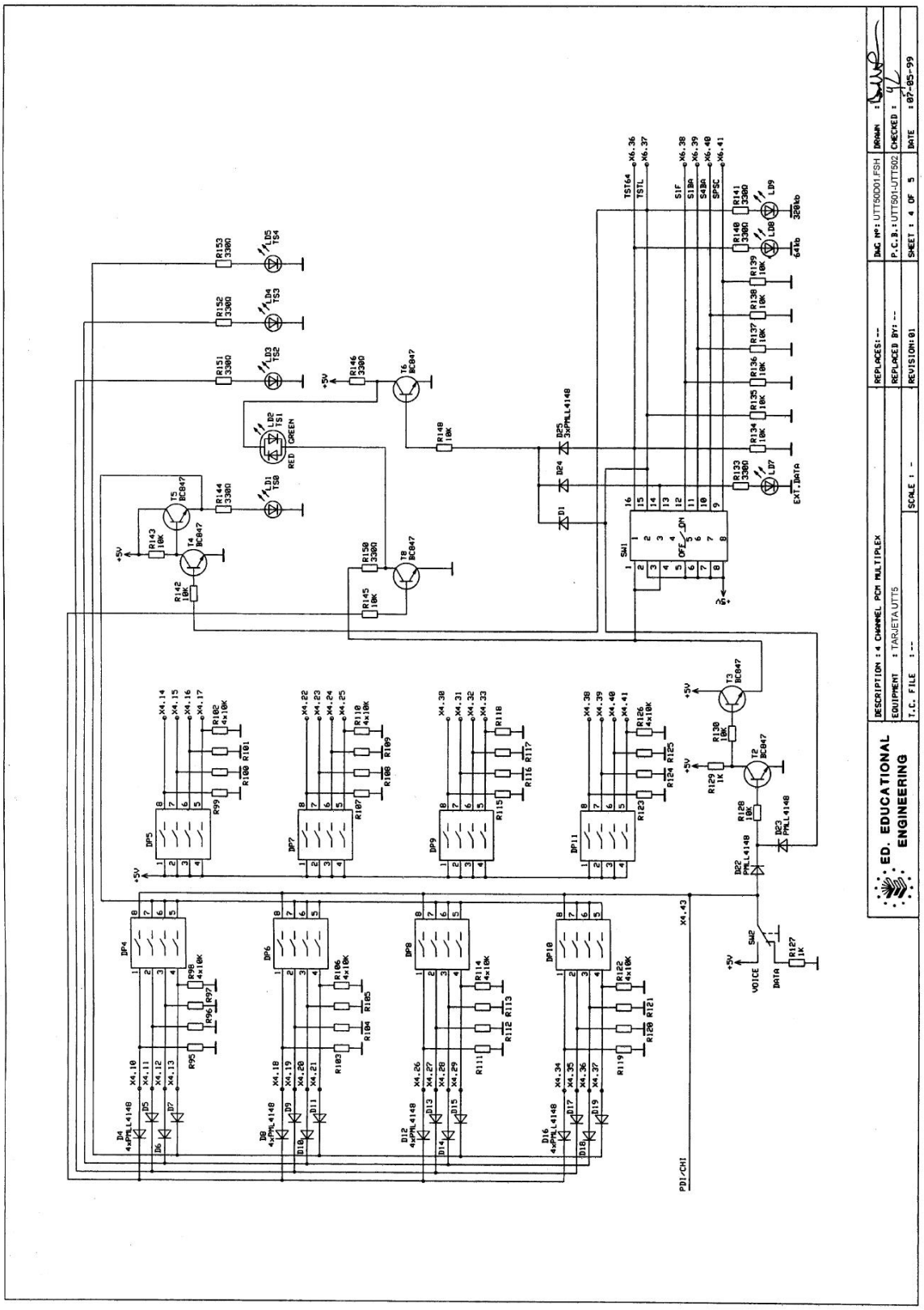
Q11 – Qual é o maior valor da velocidade de bit na qual é possível enviar um arquivo neste sistema?

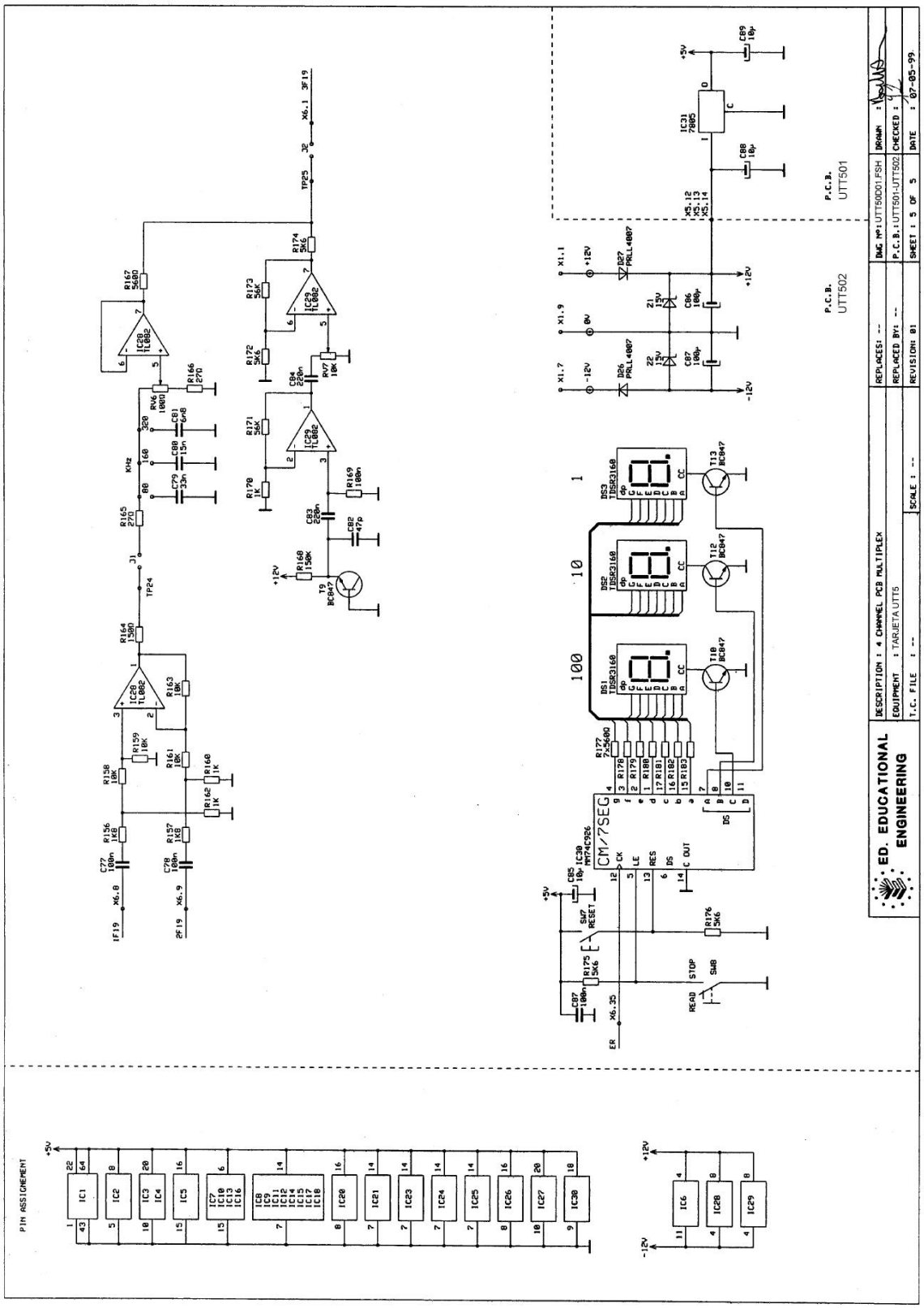
Grupo **A**	**B**	
1	2	320 kb/s, que é a velocidade de *bit* do *Multiplex*.
2	3	64 kb/s, que é a velocidade da entrada de dados externa.
3	4	9.600 bps.
4	1	1.200 bps.

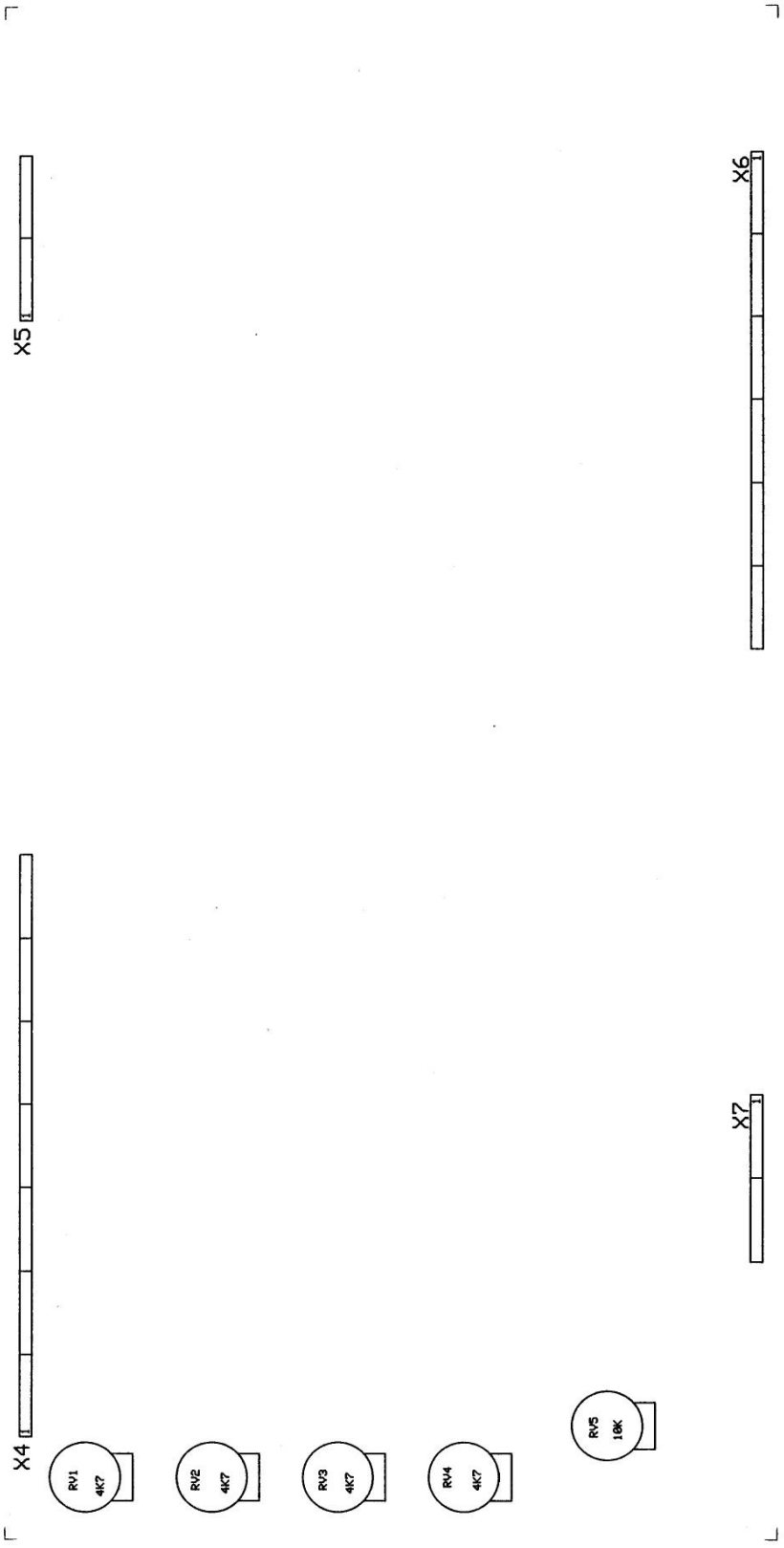

ED. EDUCATIONAL ENGINEERING
DESCRIPTION : 4 CHANNEL PCM MULTIPLEX
EQUIPMENT : TARJETA UTT5
T.C. FILE : --
SCALE : --
REVISION: 01
SHEET : 1 OF 5
DATE : 07-05-99
DWG. Nº UTT90001.FSH
P.C.B. UTT501
P.C.B. UTT502
IC1 XC3042A PLD
IC2 XC1736 PROM
IC3 74HK244
IC4 74HC244
IC5 MAX232 RS-232DR
IC6 TL084
Q1 2560kHz
RS232

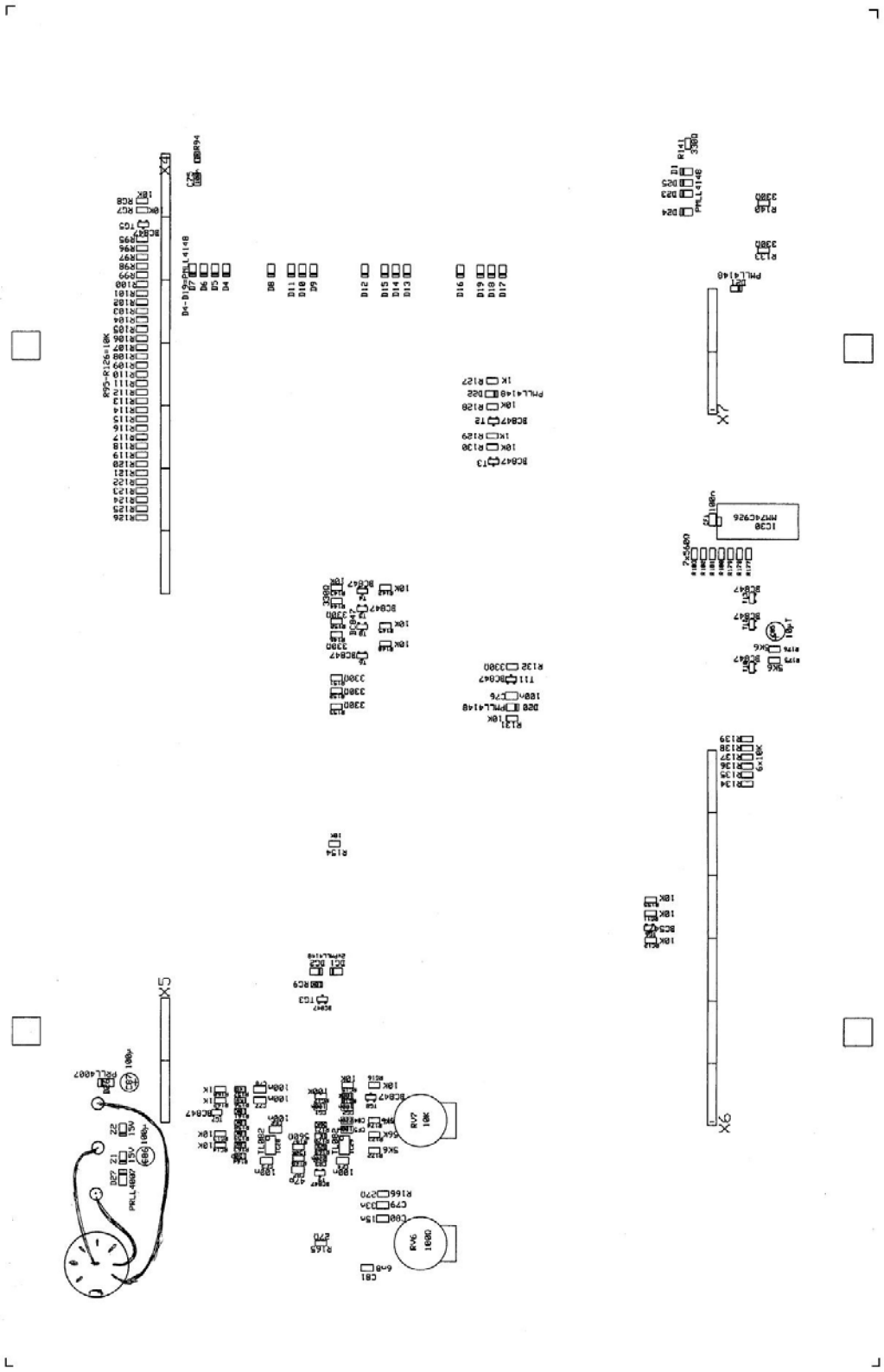

CODEC
MC145480
4066
P.C.B. UTT501
P.C.B. UTT502
P.C.B. UTT502
P.C.B. UTT501
ED. EDUCATIONAL ENGINEERING
DESCRIPTION: 4 CHANNEL PCM MULTIPLEX
EQUIPMENT: TARJETA.UTT5
T.C. FILE : --
REPLACES: --
REPLACED BY: --
REVISION: 01
SCALE : --
DWG n°: UTT50D01.FSH
P.C.B.: UTT501-UTT502
SHEET : 2 OF 5
DRAWN :
CHECKED:
DATE : 07-05-99

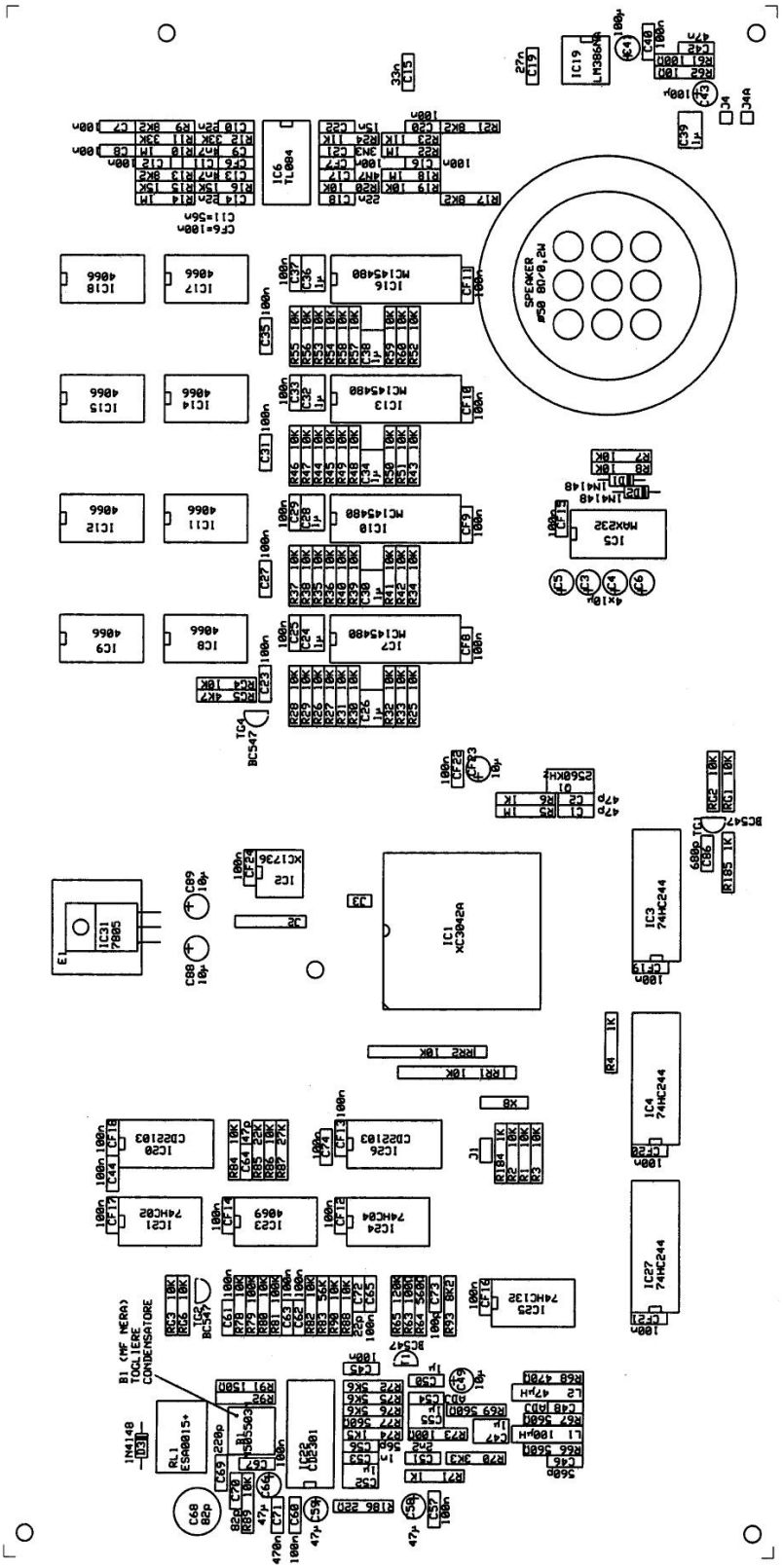

P.C.B.
UTT501
P.C.B.
UTT502
PCMR
HDB3
ED. EDUCATIONAL
ENGINEERING
DESCRIPTION : 4 CHANNEL PCM MULTIPLEX
EQUIPMENT : TARJETA UTT5
T.C. FILE : --
SCALE : --
REPLACES: --
REPLACED BY: --
REVISION: 01
DWG Nº: UTT50D01.FSH
P.C.B.: UTT501-UTT502
SHEET : 3 OF 5
DRAWN :
CHECKED :
DATE : 07-05-99


ED. EDUCATIONAL ENGINEERING
DESCRIPTION : 4 CHANNEL PCM MULTIPLEX
EQUIPMENT : TARJETA UTT5
T.C. FILE : --
SCALE : -
REPLACES: --
REPLACED BY: --
REVISION: 01
DWG Nº: UTT50D01.FSH
P.C.B.: UTT501-UTT502
SHEET : 4 OF 5
DRAWN :
CHECKED :
DATE : 07-05-99
+5V
R153 330Ω
R152 330Ω
R151 330Ω
R146 330Ω
R150 330Ω
R145 10K
R144 330Ω
R143 10K
R142 10K
R148 10K
R133 330Ω
R134 10K
R135 10K
R136 10K
R137 10K
R138 10K
R139 10K
R141 330Ω
R149 330Ω
R130 1K
R129 1K
R128 10K
R127 1K
T1 BC847
T2 BC847
T3 BC847
T4 BC847
T5 BC847
T6 BC847
T8 BC847
LD1 TS0
LD2 TS1 RED GREEN
LD3 TS2
LD4 TS3
LD5 TS4
LD7 EXT.DATA
LD8 64Kb
LD9 320Kb
D1
D24
D25 3xPRLL4148
D2 PRLL4148
D3 PRLL4148
D4 4xPRLL4148
D5
D6
D7
D8 4xPRLL4148
D9
D10
D11
D12 4xPRLL4148
D13
D14
D15
D16 4xPRLL4148
D17
D18
D19
DP4
DP5
DP6
DP7
DP8
DP9
DP10
DP11
R90
R95
R96
R97
R98 4x10K
R99
R100 R101
R102 4x10K
R103
R104
R105
R106 4x10K
R107
R108 R109
R110 4x10K
R111
R112 R113
R114 4x10K
R115
R116 R117
R118
R119
R120 R121
R122 4x10K
R123
R124 R125
R126 4x10K
SW1
SW2
VOICE
DATA
TST64
TSTL
S1F
S1Bn
S4Bn
SPSC
X4.10
X4.11
X4.12
X4.13
X4.14
X4.15
X4.16
X4.17
X4.18
X4.19
X4.20
X4.21
X4.22
X4.23
X4.24
X4.25
X4.26
X4.27
X4.28
X4.29
X4.30
X4.31
X4.32
X4.33
X4.34
X4.35
X4.36
X4.37
X4.38
X4.39
X4.40
X4.41
X4.43
PDI/CHI


ED. EDUCATIONAL ENGINEERING
DESCRIPTION : 4 CHANNEL PCB MULTIPLEX
EQUIPMENT : TARJETA UTT5
T.C. FILE : --
SCALE : --
REPLACES: --
REPLACED BY: --
REVISION: 01
DWG Nº: UTT5001.FSH
P.C.B.: UTT501-UTT502
SHEET : 5 OF 5
DRAWN :
CHECKED :
DATE : 07-05-99
P.C.B. UTT501
P.C.B. UTT502
CM7SEG
PIN ASSIGNEMENT


X5
X6
X4
X7
RV1 4K7
RV2 4K7
RV3 4K7
RV4 4K7
RV5 10K




SPEAKER
#58 80/8,2W
IC1
XC3042A
IC2
XC1736
IC3
74HC244
IC4
74HC244
IC27
74HC244
IC5
MAX232
IC6
TL084
IC16
MC145480
IC13
MC145480
IC10
MC145480
IC7
MC145480
IC19
LM386N
IC31
7805
IC25
CD2581
IC26
CD22103
IC28
CD22103
IC29
74HC86
IC21
74HC86
IC23
4069
IC24
74HC04
IC22
74HC132
IC17
4066
IC18
4066
IC14
4066
IC15
4066
IC11
4066
IC12
4066
IC8
4066
IC9
4066
BC547
1N4148
RL1
ESA0815+
B1 (NF MERA)
TOCA1ERE
CONDENSATORE